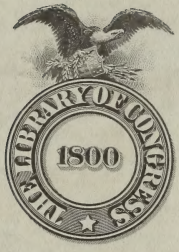

THE LIBRARY OF CONGRESS
1800

36

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

NEUNUNDACHTZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1884.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

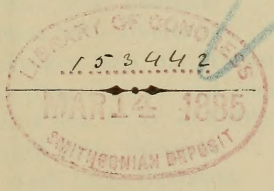
DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXXIX. BAND. I. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1884 — HEFT I BIS V.

(Mit 11 Tafeln und 16 Holzschnitten.)



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1884.

W. Sitz.

INHALT.

Seite

I. Sitzung vom 3. Jänner 1884: Übersicht 3

v. Höhnel, Über die Art des Auftretens einiger vegetabilischer Rohstoffe in den Stammpflanzen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 70 Pfg.] 6

II. Sitzung vom 10. Jänner 1884: Übersicht 17

III. Sitzung vom 17. Jänner 1884: Übersicht 21

IV. Sitzung vom 31. Jänner 1884: Übersicht 25

v. Höhnel, Über stockwerkartig aufgebaute Holzkörper. Ein Beitrag zur Holzanatomie. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] . . 30

V. Sitzung vom 7. Februar 1884: Übersicht 51

VI. Sitzung vom 14. Februar 1884: Übersicht 55

v. Wettstein, Untersuchungen über die Wachsthumsgesetze der Pflanzenorgane. II. Reihe. Wurzeln. [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.] 59

VII. Sitzung vom 6. März 1884: Übersicht 117

Hackel, Gramina nova vel minus nota. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] 123

Rosoll, Beiträge zur Histochemie der Pflanze. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] 137

v. Marenzeller, Zur Kenntniss der adriatischen Anneliden. Dritter Beitrag. [Terebellen (*Amphitritea* Mgrn.)] (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 75 kr. = 1 RMk. 50 Pfg.] 151

VIII. Sitzung vom 13. März 1884: Übersicht 216

IX. Sitzung vom 20. März 1884: Übersicht 220

Wiesner, Untersuchungen über die Wachsthumsbewegungen der Wurzeln. (Darwin'sche und geotropische Wurzelkrümmungen.) [Preis: 60 kr. = 1 RMk. 20 Pfg.] . . . 223

X. Sitzung vom 3. April 1884: Übersicht 305

XI. Sitzung vom 24. April 1884: Übersicht 309

XII. Sitzung vom 8. Mai 1884: Übersicht 315

v. Hochstetter, Siebenter Bericht der prähistorischen Commission der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften über die Arbeiten im Jahre 1883. (Mit 8 Tafeln und 16 Holzschnitten.) [Preis: 1 fl. 50 kr. = 3 RMk.]

1. Bericht über die Ausgrabungen in der Höhle „Berlova jama“ nächst Nussdorf in Krain. (Mit 2 Holzschnitten.) Von C. Moser 321

Seite

2. Bericht über die Necropole von Vermo nächst Mitterburg-Pisino in Istrien. (Mit 5 Tafeln und 5 Holzschnitten.) Von C. Moser 329
3. Ausgrabungen in den mährischen Höhlen im Jahre 1883. (Mit 2 Holzschnitten.) Von J. Szombaty 353
4. Urnenfunde nächst Kožušan bei Olmütz. (Mit 1 Tafel.) Von W. Müller 359
5. Über die Hügelgräber von Frög bei Rosegg in Kärnten und die in denselben gefundenen Bleifiguren. (Mit 1 Tafel und 4 Holzschnitten.) Von F. v. Hochstetter 364
6. Die Hügelgräber von Roviščе in der Pfarre Bründl (Studenz) im Gerichtsbezirke Gurkfeld in Unterkrain. (Mit 1 Tafel und 3 Holzschnitten.) Von C. Deschmann, mit einem Anhange von F. v. Hochstetter 378

Rimmer, Über die Nutationen und Wachsthumsrichtungen der Keimpflanzen. [Preis: 25 kr. = 50 Pfg.] 393

XIII. Sitzung vom 15. Mai 1884: Übersicht 423

XIV. Sitzung vom 23. Mai 1884: Übersicht 427

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIX. BAND. I. bis III. HEFT.

Jahrgang 1884. — Jänner bis März.

(Mit 3 Tafeln.)

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

153442

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1884.

INHALT

des 1. bis 3. Heftes Jänner bis März 1884 des LXXXIX. Bandes I. Abtheilung der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

Seite

I. Sitzung vom 3. Jänner 1884: Übersicht 3

v. Höhnel, Über die Art des Auftretens einiger vegetabilischer Rohstoffe in den Stammpflanzen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 70 Pfg.] 6

II. Sitzung vom 10. Jänner 1884: Übersicht 17

III. Sitzung vom 17. Jänner 1884: Übersicht 21

IV. Sitzung vom 31. Jänner 1884: Übersicht 25

v. Höhnel, Über stockwerkartig aufgebaute Holzkörper. Ein Beitrag zur Holzanatomie. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] . . 30

V. Sitzung vom 7. Februar 1884: Übersicht 51

VI. Sitzung vom 14. Februar 1884: Übersicht 55

v. Wettstein, Untersuchungen über die Wachsthumsgesetze der Pflanzenorgane. II. Reihe. Wurzeln. [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.] 59

VII. Sitzung vom 6. März 1884: Übersicht 117

Hackel, Gramina nova vel minus nota. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] 123

Rosoll, Beiträge zur Histochemie der Pflanze. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] 137

v. Marenzeller, Zur Kenntniss der adriatischen Anneliden. Dritter Beitrag. [Terebellen (*Amphitritea* Mgrn.)] (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 75 kr. = 1 RMk. 50 Pfg.] 151

VIII. Sitzung vom 13. März 1884: Übersicht 216

IX. Sitzung vom 20. März 1884: Übersicht 220

Wiesner, Untersuchungen über die Wachsthumsbewegungen der Wurzeln. (Darwin'sche und geotropische Wurzelkrümmungen. [Preis: 60 kr. = 1 RMk. 20 Pfg.] . . . 223

Preis des ganzen Heftes: 2 fl. 40 kr. = 4 RMk. 80 Pfg.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIX. Band. I. Heft.

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

I. SITZUNG VOM 3. JÄNNER 1884.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 22. December 1883 zu Prag erfolgten Ableben des inländischen correspondirenden Mitgliedes Herrn Dr. Julius Wilhelm Gintl, emerit. Universitätsprofessors und Staatstelegraphendirectors.

Die anwesenden Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Das Miklosich-Comité übermittelt der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften ein Exemplar der zu Ehren des Jubilars Franz v. Miklosich geprägten Medaille in Silber und einen Abdruck der bei diesem Anlasse überreichten Adresse.

Herr Prof. Dr. J. v. Lenhossék in Budapest übersendet für die akademische Bibliothek sein Werk: „Die Ausgrabungen zu Szeged-Öthalom in Ungarn, namentlich die in den dortigen ur-magyarischen, alt-römischen und keltischen Gräbern aufgefundenen Skelete."

Das c. M. Herr Dr. Richard Maly in Graz übersendet eine in seinem Laboratorium von Herrn Privatdocenten Rudolph Andreasch ausgeführte Untersuchung: „Zur Kenntniss des Allylharnstoffs." I.

Herr Prof. Dr. A. Wassmuth an der Universität in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Über die beim Magnetisiren erzeugte Wärme".

Herr Prof. Joh. Rumpf an der technischen Hochschule in Graz übersendet eine Notiz: „Über den Andesin in der Braunkohle von Trifail."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur Theorie der abweichenden Vertical-Sonnenuhr," von Herrn Gymnasialprofessor Lad. Fodor-Mayerhoffer in Neusohl.

2. „Beitrag zur Ausmittlung des Werthes bestimmter Integrale," von Herrn Realschulprofessor Reinhold Mildner in Römerstadt.
3. Flechtenstudien" (botan.), von Herrn Hugo Zukal, Bürgerschullehrer in Wien.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Untersuchungen über Kynurensäure". II., von Herrn Dr. M. Kretschy.

Herr Prof. Dr. S. v. Wroblewski an der Universität in Krakau überreicht eine Notiz: „Über den Gebrauch des siedenden Sauerstoffs als Kältemittel, über die Temperatur, welche man dabei erhält und über die Erstarrung des Stickstoffs."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 232. Tomo XX. Noviembre 15. Habana, 1883; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 47e année, 2e série, tome XII. Nos. 49—51. Paris, 1883; 8°.

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents. 3e année, 6e série, 10e cahier. Paris, 1883; 8°.

Archiv für Mathematik und Physik: LXX. Theil 3. Heft. Leipzig, 1883; 8°.

Breslau, Universität: Akademische Schriften pro 1882—83; 4° et 8°.

Bureau international des Poids et Mesures: Travaux et Mémoires. Tome II. Paris 1883; Fol.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VII. Nr. 94 bis 99. Cöthen, 1883; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVII. Nos. 24 et 25. Paris, 1883; 4°. — Tables. 1e semestre 1883. Tome XCVI. Paris, 1883; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. IV. Jahrgang, 1883, Heft XII: December. Berlin, 1883; 4°.

Gesellschaft, astronomische: Mittlere Örter von 83 südlichen Sternen für 1875. Zur Fortsetzung des Fundamental-Catalogs für die Zonenbeobachtungen von Auwers. XVII. Leipzig, 1883; Fol.

Johns Hopkins University: American Journal of Mathematics. Vol. VI. Nr. 2. Baltimore, 1883; 4°.

— — University Circulars. Vol. III. No. 27, and Table of Contents. Nos. 19—26. Baltimore, 1883; 4°.

Journal, the American of science. Vol. XXVI. Nr. 156, New Haven, 1883; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXIX. Band, XII. Gotha, 1883; 4°.

Museum d'Histoire naturelle: Nouvelles Archives. 2e série, tome VI, 1er fascicule. Paris, 1883; 4°.

— of comparative Zoology at Harvard College. Vol. IX. No. 2. Cambridge, 1883; 4°.

— Bulletin. Vol. XI. Nos 3 et 4. Cambridge, 1883; 8°.

Nature, Vol. XXIX. Nrs. 738 et 739. London, 1883; 8°.

Osservatorio, Reale di Brera in Milano: Publicazioni. No. XVII. Milano, 1884; Fol.

République Argentine: Atlas de la Description physique par le Dr. H. Burmeister. 2e section Mamifères. 2e livraison. Buenos Aires, Paris, Halle, 1883; gr. Fol.

Scuola, R. normale superiore di Pisa: Annali della serie Vol VI. Vol. III. Pisa, 1883; 8°.

Société des sciences de Finlande: Observations météorologiques. Vol. VIII. Année 1880. Helsingfors, 1883; 8°.

— Impériale de Naturalistes de Moscou: Nouveaux Mémoires. Tome XIV. Livraison 4. Moscou, 1883; 4°.

Society the American geographical: Bulletin 1883. Nr. 2. New York, 1883; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. V. No. 12. London, 1883; 8°.

— the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLIV. Nr. 1. London, 1883; 8°.

— the Royal of Victoria. Transactions and Proceedings. Vol. XIX. Melbourne, 1883; 8°.

— the royal microscopical: Journal. Ser. II. Vol. III. Part. 6. London, Edinburgh, 1883; 8°.

Verein für Erdkunde zu Dresden: XVIII., XIX und XX. Jahresbericht. Dresden, 1883; 8°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. III. Jahrgang, 12. Heft, Berlin, 1883; 4°. — IV. Jahrgang, I. Heft, Berlin, 1884; 4°.

Über die Art des Auftretens einiger vegetabilischer Rohstoffe in den Stammpflanzen.

Von Dr. Franz Ritter v. **Höhnel.**

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. December 1883.)

Die pflanzlichen Rohstoffe sind zum grossen Theile specifische Inhaltsbestandtheile bestimmter Stammpflanzen. Fast von allen, namentlich allen wichtigeren Rohstoffen kennt man die Stammpflanzen mit mehr weniger grosser Sicherheit. Auch die Gewinnungsart der ersteren ist meist genügend bekannt. Hingegen ist es häufig gänzlich unbekannt, in welcher Weise die betreffenden Stoffe in der Pflanze auftreten, in welchen Geweben, ob als primäres oder secundäres Product, ob als Secretions- oder als Degradationsproduct bestimmter Gewebe. So sind diese Verhältnisse bei Kino, Gambir, Katechu, manchen Fetten, mehreren Balsamen, ätherischen Ölen und vielen anderen Stoffen fast ganz unbekannt. Dem entsprechend sind auch die Angaben in der Literatur fast durchgängig unbestimmt, und vom wissenschaftlich-anatomischen Standpunkte aus betrachtet meist ungenügend. Wer das mannigfaltige Verhalten specifischer Inhaltskörper im Pflanzenleibe kennt, weiss, welche grosse Anzahl von verschiedenen Fällen hiebei möglich sind. Ein Balsam kann z. B. in gewöhnlichen Parenchymzellen, in echten Gängen, in Harzröhren (Hypericineen), in Drüsen, in Schläuchen oder fusionirten Secretschläuchen auftreten; oder als Degradationsproduct beliebiger Gewebe in hysterogen-lysigenen Räumen verschiedener Gewebe (z. B. sogar im Kork, bei *Abies canadensis*), oder dieselben durchtränkend (z. B. im Kernholz). Ähnlich mannigfaltig verhalten sich die anderen specifischen Pflanzenstoffe. Es ist vorauszusehen, dass die genaue anatomische Untersuchung solcher Gewächse, die als Mutterpflanzen bestimmter, in mehr weniger grosser Menge gewonnener Stoffe bekannt sind, neue Thatsachen von wissen-

schaftlichem Werth zu liefern im Stande sind. Aber abgesehen von diesem rein botanischen Standpunkte ist es klar, dass derartige Untersuchungen grundlegende Bausteine zu einem wissenschaftlichen Gebäude einer vegetabilischen Rohstofflehre zu liefern berufen sind.

Auch ist es ferner sicher, dass dieselben geeignet sind, die Abstammung der einzelnen Producte mit grösster Sicherheit festzustellen, oder die vorhandenen Angaben zu controliren.

Nachdem ich vor zwei Jahren gezeigt habe, in welcher Weise der Zanguebarcopal in seiner Mutterpflanze auftritt,[1] sei es mir gestattet über weitere hieher gehörige Untersuchungen, nämlich über das Malabar Kino und das Oleum syrae zu berichten.

I. Über das Auftreten des Malabar Kino im Stamme von *Pterocarpus Marsupium* Roxb.

Vom Malabar- oder Amboina-Kino ist es bekannt, dass es von der *Dalbergiee Pterocarpus Marsupium* Roxb. abstammt, einem Baume, der bis 25 Meter hoch wird, ein sehr werthvolles Holz besitzt, in ganz Vorderindien vom Himalaya bis nach Ceylon vorkommt,[2] und auch in Hinterindien wächst.

Nach Flückiger's Darstellung ist es unbekannt, wie das Malabar Kino im Stamme vorkommt; ferner ist es unsicher, ob es nur in der Rinde, oder auch im Holze enthalten ist, wobei allerdings der weissliche Splint ausgeschlossen erscheint. Nach dem Genannten enthalten die Kinobäume „in sehr ansehnlichen und zahlreichen Räumen nicht nur in der braunen faserigen Rinde, sondern, wie es scheint, auch im Holze einen schön rothen Saft". Ob diese „Räume" Gänge (lysi- oder schizogene, proto- oder hysterogene) sind, oder Drüsen, Schläuche, Röhren u. s. w. ist bisher unbekannt geblieben.

Eine Stammquerscheibe aus Französisch-Indien, mit der Originalaufschrift „*Pterocarpus Marsupium*, Inde" gab mir

---

[1] Anatomische Untersuchungen über einige Secretionsorgane in Pflanzen. Sitzungsber. d. Wien. Akad. I. Abth., Novemb. Heft 1881.

[2] Wiesner, Rohstoffe p. 187; Flückiger, Pharmacognosie des Pflanzenreiches, II. Aufl., 1. Heft, p. 200 ff.; Flückiger and Hanbury, Pharmacografia, London 1874. p. 170 f.

Gelegenheit das Auftreten des Malabarkino in der Stammpflanze genau zu untersuchen. Die Scheibe ist 13—14 Ctm. breit, zeigt eine 7 Mm. dicke, schwachborkige Rinde, einen 2—$2^1/_2$ Ctm. breiten, graugelblichen Splint, und ein nussbraunes, 7—$8^1/_2$ Ctm. dickes Kernholz. Dass sie vom Stamme und nicht von einem Aste herrührt, ist aus dem fast centrischen Bau (die Excentricität beträgt nur $^1/_2$ Ctm.), aus der gleichmässigen Vertheilung der Spuren von Seitenzweigen am Umfange, und aus der allseitig gleichartigen Ausbildung der Jahresringe zu schliessen.

Ebenso ist die Bestimmung der Scheibe zweifellos richtig, denn nicht nur kommt in derselben wirklich Kino vor, sondern stimmt auch der Bau des Holzes in allen wesentlichen Punkten mit dem des bekannten rothen Sandelholzes überein, das auch von der Gattung *Pterocarpus* herrührt. Es zeigt nämlich eine feste Libriform-Grundmasse, in der zahlreiche schmale, tangentiale Parenchymbinden, die einfache grosse Gefässe führen, eingelagert sind. Auch das Verhalten der Markstrahlen, welche die Höhe der Cambiumzellen besitzen, und in regelmässigen horizontalen Reihen angeordnet sind, ist ganz dasselbe, wie bei *Pterocarpus Santalinus*.

Im Holze sind weder eigenartige Organe, die etwa Kino führen, vorhanden, noch sind (im Kerne) solche Mengen von Substanzen eingelagert, dass es wahrscheinlich ist, dass Kino aus demselben gewonnen werden könnte. Nach dem vorliegenden Materiale zu urtheilen, wird das Malabarkino nur aus der Rinde gewonnen, da nur diese Kino führt. Das Kernholz ist zwar nussbraun gefärbt, enthält aber nur wenig Inhaltsstoffe in den Gefässen und im Parenchym. Die Libriformfasern des Kernes sind meist leer und die Parenchymzellen zeigen fast nur an den Querwänden etwas rothbraune Substanz, von der es mir überdies zweifelhaft ist, ob sie mit dem Kino der Rinde identisch ist. Das Kernholz ist überhaupt durch das Vorkommen eines in wässeriger Lösung stark fluorescirenden Körpers ausgezeichnet, der dem Splinte und der Rinde vollständig fehlt. Die Fluorescenz ist anscheinend stärker als beim Äsculin und Fraxin und nicht veilchenblau, sondern seegrün. Wie bei den genannten Körpern wird sie durch Säuren vernichtet und durch Alkalien verstärkt.

Nach Hagenbach[1] enthält auch das rothe Sandelholz einen fluorescirenden Körper, der aber nicht an destillirtes Wasser, sondern an Sodalösung abgegeben wird.

Die chemische Verschiedenheit zwischen Kernholz und Rinde macht es sehr unwahrscheinlich, dass in ersterem, etwa durch spätere Degradationsprocesse Kino in erheblicher Menge entsteht. Ich halte es für sicher, dass nur die Rinde Kino enthält und liefert; denn abgesehen davon, dass specifische, Kino führende Organe im Holze gänzlich fehlen, lässt sich Kino auch im Kerne nicht sicher nachweisen.

Was nun die Rinde anlangt, so besteht die der vorliegenden Stammscheibe nur aus den secundären Schichten; selbst in den ältesten Borkeschuppen sind primäre Gewebe nicht zu finden. Aussen ist dieselbe ziemlich glatt, schmutziggelb, mit helleren grauweissen Flecken. Die dunkleren gelben Partien erscheinen mit feinen Riefen bedeckt, während die lichteren Stellen zahlreiche schwarze Längslinien und Punkte zeigen, welche wie die Riefen von den Kino führenden Organen herrühren. Der Querschnitt ist ganz mit dunklen, kurzen, in tangentiale Schichten geordneten Strichen bedeckt, während die Innenseite der Rinde, von den feinen Querlinien, die von den etagenartig angeordneten Markstrahlen herrühren, abgesehen, schwarze Längslinien in grosser Menge aufweist. Ähnlich verhält sich der Radialschnitt, nur stehen hier die Linien viel dichter.

Der Querschnitt bietet bei schwacher Vergrösserung betrachtet ein sehr schönes Bild. Man sieht in demselben zahlreiche, je nach der Dicke des Schnittes, feuer- bis blutrothe grosse Massen, die aus dem eingetrockneten Kino bestehen. Diese Massen haben einen Querschnitt, der mehrmals grösser als der der umliegenden Elemente ist, und befinden sich nicht in Gängen, wie es zunächst den Anschein hat, sondern in kurzen Schläuchen, die nie vereinzelt stehen, sondern in kolossalen Strängen, die radial und tangential senkrecht in der Rinde verlaufen und im Querschnitte aus 2—8 Schläuchen bestehen. Die Schläuche sind 50—100 μ dick und 100—500 μ lang, also nur wenig gestreckt.

---

[1] Poggendorff's Annalen 1872, Bd. 146, p. 249.

Sie treten so massenhaft auf, dass am Querschnitte auf 1 □Mm. 30—50 zu stehen kommen. Sie haben die Form von kurzen unregelmässigen Cylindern mit abgerundet polygonalem Querschnitte. Die Stränge sind in der Regel in tangentialer Richtung breiter, dabei nicht selten aus nur einer Lage von Kinoschläuchen gebildet (siehe Fig. 1), und desshalb häufig von den meist einreihigen Markstrahlen, die, wie die Fig. 2 zeigt, in mehr weniger regelmässigen Horizontalreihen angeordnet sind, durchsetzt. Wie die Figuren 1 und 2 nachweisen, sind die Wandungen der Kinoschläuche dünn; sie bestehen überdies aus reiner Cellulose, sind also nicht, wie dies bei Secretschläuchen so häufig vorkommt, verkorkt. Sie verhalten sich in dieser Beziehung so wie die Milchschläuche von Acer oder Sapota, oder die Gerbstoffschläuche von Robinia, mit welchen sie auch anatomisch und physiologisch am meisten verwandt sind.

Der Inhalt der Kinoschläuche der trockenen Rinde füllt dieselben entweder ganz aus, oder bildet an der Wandung einen dicken Beleg. Er ist in kochender Kalilauge löslich, scheidet sich daraus zum Theile sofort in Form von Flocken aus, ist in Wasser fast unlöslich, färbt sich mit Eisensalzen dunkler, und zeigt überhaupt die Reactionen des Malabarkino des Handels.

Der Umstand, dass selbst in der trockenen Rinde die meisten Kinoschläuche ganz erfüllt sind, deutet darauf hin, dass in der lebenden Pflanze die Kinolösung eine sehr concentrirte sein müsse, und lässt die Angabe, dass das Kino des Handels ohne künstliches Trocknen erhalten wird, sehr plausibel erscheinen.[1]

Was den sonstigen Bau der Rinde anlangt, so besteht dieselbe aus abwechselnden Schichten von Hartbast und Weichbast. Letzterer ist im Allgemeinen 2—4mal so mächtig als der Hartbast. Dieser besteht aus 2—6 Lagen von Bastfasern, welche dickwandig und meist ganz verholzt sind, und häufig umgebogene Enden haben. Aussen und innen sind die Bastfaserbündel mit theilweise sklerotischen Krystallfaserlagen bedeckt, die eingewachsene einfache oder Zwillingskrystalle führen. Wo die Markstrahlen die Hartbastschichten kreuzen, führen sie ebenfalls Krystallschläuche. Die Weichbastschichten bestehen aus einer

[1] Pharmacografia, p. 171.

Grundmasse von Bastparenchym, in welcher 1—3 unregelmässige und häufig unterbrochene Schichten von Siebröhren eingelagert sind. Ausserdem sind im Weichbast grosse Mengen von dünnwandigen Krystallkammerfasern eingelagert, die besonders in der Nähe der Siebröhren und in den Siebröhrenbündeln zu finden sind.

Die Kinoschlauchstränge, welche einfach und unverzweigt sind, erscheinen meist in den Weichbastzonen eingelagert, doch kommen sie, wie in Fig. 1 zu sehen, auch in den Hartbastzonen vor.

Die Markstrahlen der Rinde sind 1—2 Zellen breit und 3—10, meist 6—8 Zellen hoch; häufig hängen directe übereinanderstehende zusammen. Sie sind in mehr weniger regelmässigen Etagen übereinander angeordnet.[1]

An die Kinoschlauchstränge können alle Gewebearten der Rinde angrenzen. Meist sind sie aber zunächst von Parenchym umgeben.

In der Borke, welche durch Korklagen, die aus 5—15 Zellschichten mit dicker, schön geschichteter Innenwandung aufgebaut sind, nach aussen abgeschieden wird, erscheint die Kinomasse der Schläuche etwas verändert und fast schwarz.

II. Über das Vorkommen von Secretschläuchen bei Cyperaceen und Gramineen.

Die Cyperaceen und Gramineen sind in der Anatomie als zwei Pflanzenfamilien bekannt, welche keine, wie immer geartete Secretionsorgane besitzen. Selbst Krystallschläuche fehlen wenigstens den vegetativen Organen der meisten Gräser gänzlich, und sind bei anderen nur sehr spärlich.[2] Nur in den Keimpflanzen von *Phalaris canariensis* sollen eigenthümliche, noch näher zu untersuchende Schläuche, die vielleicht Secretschläuche sind, vorkommen.

Indessen ist es lange bekannt, dass viele Gräser und Cyperaceen specifische medicinische Wirkungen besitzen; dass manche

---

[1] Über die etagenförmige, oft äusserst regelmässige Anordnung der Elemente bei zahlreichen Holzkörpern, welche der Anatomie bisher fast gänzlich unbekannt geblieben ist, habe ich eine Untersuchung angestellt, deren Resultate ich demnächst zu veröffentlichen gedenke.

[2] Siehe de Bary, Vergl. Anatomie d. Vegetationsorgane, p. 144, 148 ff.

von ihnen aromatische Wurzeln oder Wurzelstöcke besitzen, und einige sogar zur Abdestillirung von ätherischen Ölen verwendet werden.

Dass *Anthoxantum*, *Hierochloa* und andere Gattungen einen grossen Coumaringehalt besitzen, ist feststehend.

Andropogon Nardus L. (*A. citriodorus* Desf.) wird in Indien stark zur Bereitung des Citronella-Öles gebaut. Ebenso sind auch *A. Martini* Roxb. (*Cymbopogon Martinianus* Schult.), *Andr. Calamus aromaticus* Royle (*A. Dioscoridis* Aut.) reich an ätherischem Öl.

Trachypogon Schoenanthus N. a. E. (*Androp. Schoenanthus* L., *A. Ivarancusa* Blan., *Cymbopogon Schoenanthus* Spr.) hat ein wohlriechendes und gewürzhaft schmeckendes Kraut, das früher als *Herba Schoenanthi* s. *Junci odorati* s. *Foeni Camelorum*, Kameelheu, officinell war, und aus welchen ein ätherisches Öl, Oleum Siri s. Syrae, abdestillirt wird. *Trachypogon citratus* D. C. (*Androp. citratus* Roxb.), das Citronengras, ist auch ölreich und liefert das Lemongrasöl.

Was Cyperaceen anlangt, so ist bekannt, dass die *Rhynchosporee Remirea maritima* Aubl. eine aromatisch-scharfe Wurzel besitzt; ferner das Rhizom von *Cyperus longus* wohlriechend ist und bitter aromatisch schmeckt. Es war ehedem als *Radix Cyperi longi* gebräuchlich. Ähnlich verhalten sich die knolligen Wurzelstöcke von *Cyperus rotundus* L. (*C. hexastychos* Ten.), *Cyp. officinalis* Fr. N. a. E. (*C. radicosus* Sibth.), *C. articulatus* L., *C. tuberosus* Rottb. (*C. Eragrostis* W.), *C. pertenuis* Roxb., *C. odoratus* L. und andere Arten. Ferner besitzt von Caricineen noch *Kyllingia triceps* L. (*K. nivea* Pers.) aromatische Wurzeln.[1]

Das Citronella-Öl (von *Andropogon Nardus* L.), das Lemongras-Öl (von *A. citratus* D. C.), auch Verbena- oder indisches Melissen-Öl genannt und das Rusa-Öl (von *A. Schoenanthus* L.), auch Ingwergras- oder Geranium-Öl geheissen, werden in erheblichen Quantitäten erzeugt und sind Gegenstand des indischen

[1] Siehe hierüber die Werke von Rosenthal, Synopsis plant. diaphoric., pag. 70 ff.; Anthon, Handwörterbuch chemisch-pharmaceutischer Nomenclaturen; Husemann, Pflanzenstoffe; Flückiger und Hanbury, Pharmacografia, p. 660, ff. und Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches, pag. 636.

und europäischen Handels. Aus diesen Angaben geht hervor, dass sowohl bei den Gramineen als den Cyperaceen Secretionsorgane keine grosse Seltenheit sein dürften.

Mir standen zur Untersuchung nur *Andropogon Schoenanthus*, *Cyperus longus* und *rotundus* zu Gebote, und ich fand in der That bei diesen Arten reichliche Mengen von Secretschläuchen.

Von *Andropogon Schoenanthus* L. konnte ich die Blätter, Blattscheiden, Wurzeln und Wurzelstöcke untersuchen. Die oberirdischen Stengeltheile fehlten mir. In den Rhizomen und Wurzeln, welche auch als aromatisch angegeben werden, fehlen Secretschläuche gänzlich. Desto massenhafter kommen sie in den Blättern und ihren Scheiden vor.

Die 2—3 Mm. breiten Blätter sind oberseits tiefrinnig und gehen in eine circa 8 Ctm. lange Scheide, welche eine lange Ligula trägt, über. Der Querschnitt durch die Lamina zeigt oberseits eine wellig verlaufende Epidermis, während die Unterseite circa 20—30 verschieden tief einschneidende Rillen besitzt, die durch mehr oder weniger viereckige Riefen von einander getrennt werden. An die Epidermis der Blattunterseite lehnt sich eine ganz schmale Schichte eines sehr kleinzelligen Chlorophyllparenchyms, während der ganze übrige grössere Theil des Querschnittes (von den Gefässbündeln abgesehen) von einem sehr grosszelligen, dickwandigen, mit reichlichen Porencanälen versehenen collenchymatischen Parenchym, das chlorophyllfrei und überhaupt inhaltsarm ist, eingenommen wird. Spaltöffnungen finden sich nur in den Rillen, welchen ausseu von den Riefen aufsitzenden kleinen Hautstacheln bedeckt sind. Jede Riefe ist mit einer hypodermalen Sklerenchymfaserschichte versehen und enthält ein kleines Gefässbündel von rundlichem Querschnitt, das eine sehr auffallende Scheide besitzt, welche ganz mit Stärke erfüllt ist. An der Grenze des Chlorophyllparenchyms und Collenchymgewebes stehen nun in einer zweiten Lage die grossen Gefässbündel, meist neun an der Zahl und von ovalem Querschnitt. Während die kleinen (äusseren oder unteren) Gefässbündel im Wesentlichen sklerenchymfrei sind, also Mestombündel darstellen, zeigen die grossen Bündel den normalen Bau der Fibrovasalstränge der Gräser. Sie liegen unter ebenso viel Rillen der Blattunterseite, und es entsprechen ihnen faserführende Riefen auf der Blattoberseite.

Zwischen den grossen Gefässbündeln nun, und zwar an der Grenze des Collenchymgewebes liegen in ganzen Strängen und in grosser Zahl die Ölschläuche. In einem Blattquerschnitte kann man bis zu 50 und mehr einzelne derselben zählen. Sie bilden dabei ganze Stränge, die im Querschnitte 2—5 an einander stossende Elemente aufweisen.

Ihre Wandung ist verhältnissmässig dünn, gelb gefärbt und stark verkorkt; sie sind ganz mit ätherischem Öl erfüllt, und haben meist einen auffallend grossen Querschnitt. Ihr Durchmesser beträgt 40—60 μ, die Länge 80—200 μ circa. Ein Rest von Protoplasma konnte (an dem trockenen und alten Materiale) nicht constatirt werden.

Die Menge der Ölschläuche ist nicht nur an verschiedenen Stellen desselben Blattes, sondern auch in den einzelnen Blättern derselben Pflanze sehr verschieden.

Die vorgelegenen, meist aus 4—5 mit ihren Scheiden in einander steckenden Blättern bestehenden Triebe zeigten constant in den äusseren, älteren Blättern auffallend weniger Schläuche als in den inneren. Noch flagranter, als dies Verhältniss bei den Spreiten ist, zeigt es sich an den Scheiden. Während die äusseren Scheiden eines Bündels immer nur vereinzelte oder in kleinen Gruppen stehende Ölschläuche aufweisen, finden sich letztere in den innersten Scheiden in so reichlicher Menge, dass sie durchschnittlich fast ein Drittel des ganzen Querschnittes einnehmen. Sie treten hier (siehe die Figuren 3 und 4) in grossen drei- bis vierschichtigen Strängen auf, deren Querschnitte 10—16 der grössten Ölschläuche aufweisen.

Im Gegensatze zu dem gewöhnlichen, idioplastischen Verhalten der Secretschläuche zeigen daher die von *Andropogon Schoenanthus* ein anderes, indem sie ganze, mehrschichtige Stränge bilden.

An einzelnen Stellen, wo sie besonders reichlich vorkommen, grenzen sie manchmal directe an die obere Epidermis der innersten Blattscheiden und nehmen bis zu zwei Dritttheile der Blattdicke ein.

Man begreift auf Grund dieser Untersuchung die reichliche Ausbeute, welche die *Andropogon*-Arten an ätherischem Öl geben, und wesshalb dieselben sogar zum Zwecke der Ölgewinnung in vielen Gegenden Südasiens gebaut werden. Man kann ferner ohne

weiters annehmen, dass sich im Wesentlichen auch die übrigen *Andropogon*-Arten so wie das „Kameelheu" verhalten werden, und es ist mir wahrscheinlich, dass überhaupt alle stark aromatischen Gräser ihr ätherisches Öl in Schläuchen führen.

Was nun die Cyperaceen anlangt, so kommt in dem stellenweise knollig angeschwollenen Rhizom von *Cyperus rotundus* kein ätherisches Öl vor. Hingegen fand ich im Parenchym spärliche Gerbstoffschläuche.

Dem entgegen ist das stielrunde Rhizom von *Cyperus longus* durch das reichliche Vorkommen von exquisiten unverkorkten Gerbstoffschläuchen und weniger zahlreichen verkorkten Ölschläuchen ausgezeichnet. Die bis über Centimeter dicken braunen Wurzelstöcke zeigen aussen 4—5 Schichten eines abgestorbenen dunkelbraunwandigen Parenchyms, auf das zahlreiche Lagen stärkereichen primären Rindenparenchyms folgen, das innen durch eine sehr auffallende braungefärbte Endodermis abgegrenzt ist. Nun folgt wieder Stärkeparenchym mit zahlreichen grossen concentrischen Gefässbündeln, während sich in dem Rindenparenchym, vornehmlichst in seiner mittleren Zone, viel spärlichere und kleinere, mit einer rothbraunen Endodermis begrenzte Bündel finden, welche die Abzweigungen zu den Blättern darstellen. Überall im Stärkeparenchym, sowohl innerhalb wie ausserhalb der Endodermis sind nun zahlreiche Gerbstoffschläuche, die im trockenen Rhizom rothbraun erscheinen, unregelmässig vertheilt eingelagert.

Sie stehen dabei nicht in axialen Reihen. Neben ihnen kommen ferner noch mit einem farblosen Öltropfen erfüllte Ölschläuche in 3—4mal geringerer Zahl vor. In der Rinde sind sie dabei etwas häufiger als weiter innen. Ihre Wandung ist verkorkt. Sie stehen isolirt und ebenso wenig wie die Gerbstoffschläuche in Längsreihen.

Eine ausführliche Untersuchung der Secretschläuche der Gramineen und Cyperaceen und verwandter Gewächse, werde ich nach Beschaffung des hiezu erforderlichen Materiales, die nicht ohne Schwierigkeiten ist, anstellen, und hoffe dann namentlich über die Verbreitung dieser Organe bei den in Rede stehenden, in dieser Beziehung interessanten Familien berichten zu können.

Figurenerklärung.

Die Figuren sind nach der Natur mit der Camera lucida von Zeiss gezeichnet.

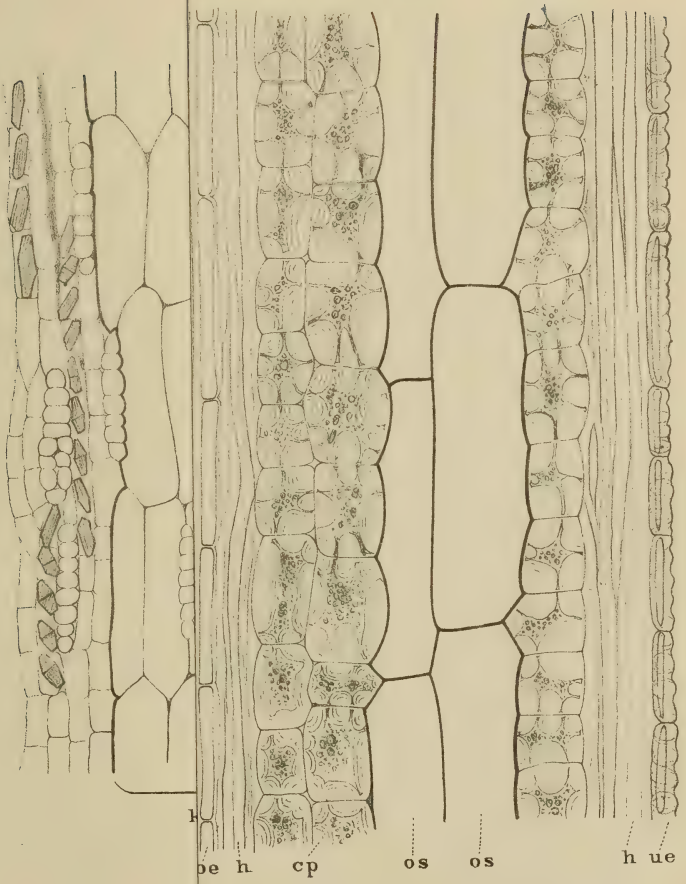
Fig. 1. *Pterocarpus Marsupium* Roxb. Querschnitt durch eine Bastpartie der secundären Rinde; *f*, Bastfaserbündel; *ks*, Kinoschlauchstränge; *si*, Siebröhren, zusammengepresst (Hornbast); *m*, Markstrahlen; *kr*, Krystallschläuche; *pa*, Bastparenchym. Vergr. 112.

„ 2. *Pterocarpus Marsupium* Roxb. Tangentialschnitt durch eine Weichbastschichte der Secundärrinde. Bezeichnung wie in Fig. 1. Vergr. 112.

„ 3. *Andropogon Schoenanthus* L. Querschnitt durch den oberen Theil einer der inneren Blattscheiden. *ue*, untere Epidermis; *h*, hypodermale Faserschichte; *m*, Mestombündel, von der Endodermis *e* umgeben; *cp*, collenchymatisches Parenchym; *os*, Ölschlauchstränge, *oe*, obere Epidermis. Vergr. 255.

„ 4. *Andropogon Schoenanthus* L. Radialer Längsschnitt durch eine Blattscheide. Bezeichnung und Vergr. wie Fig. 3.

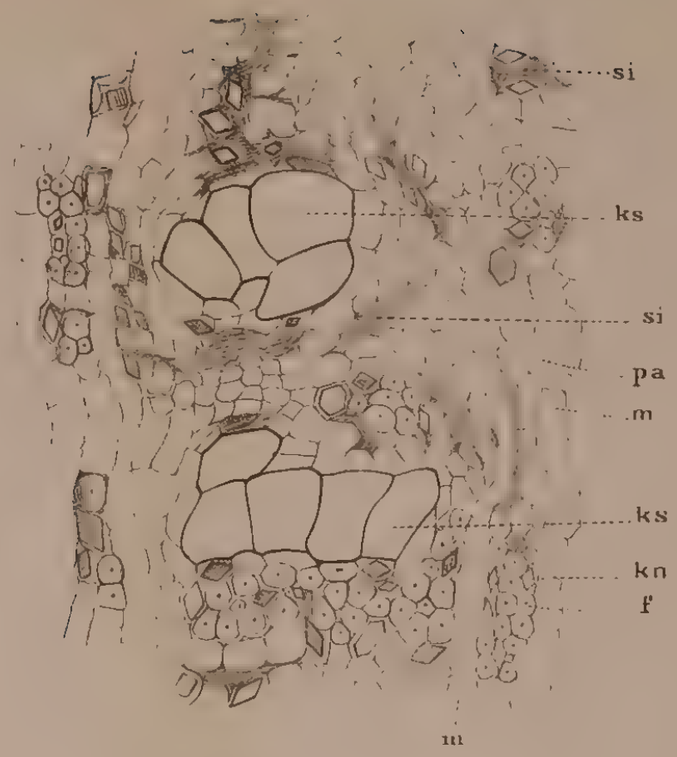
4.



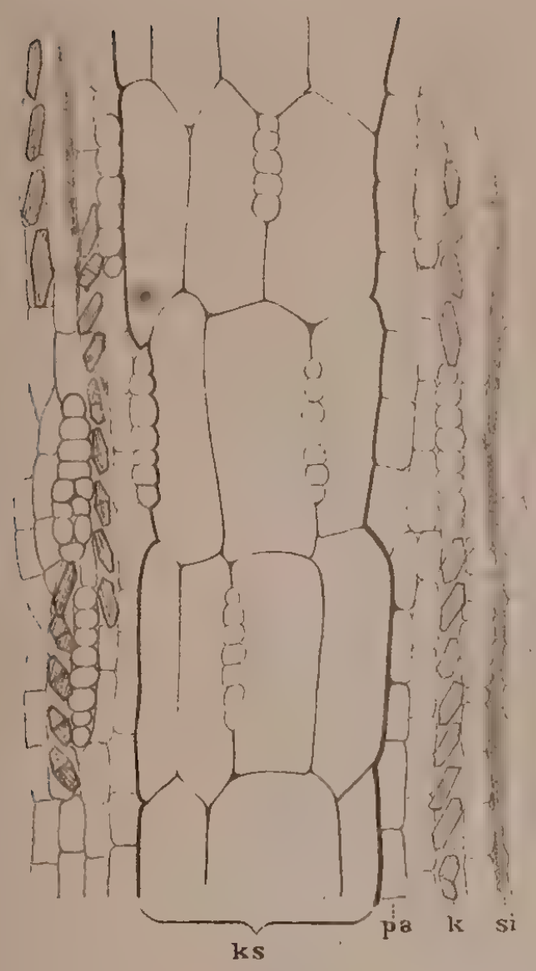
Autor del. lith. v. Dr J. Hei

K. k. Hof-u. Staatsdruckerei.

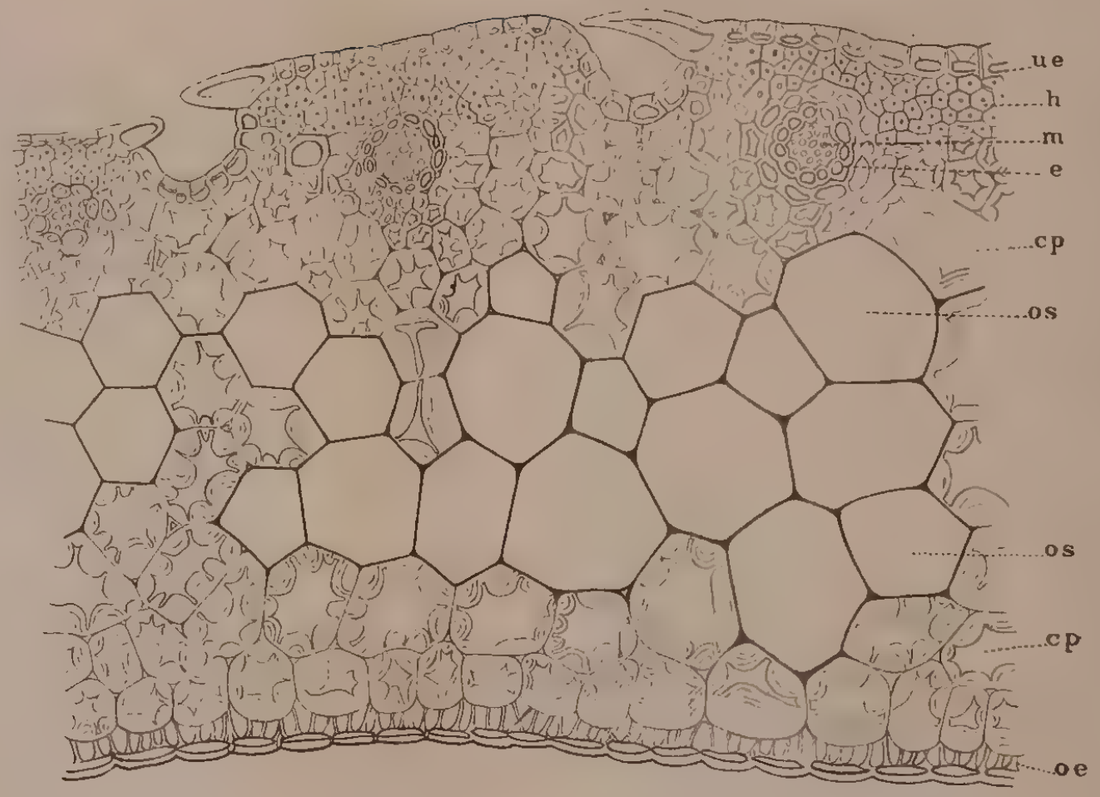
1.



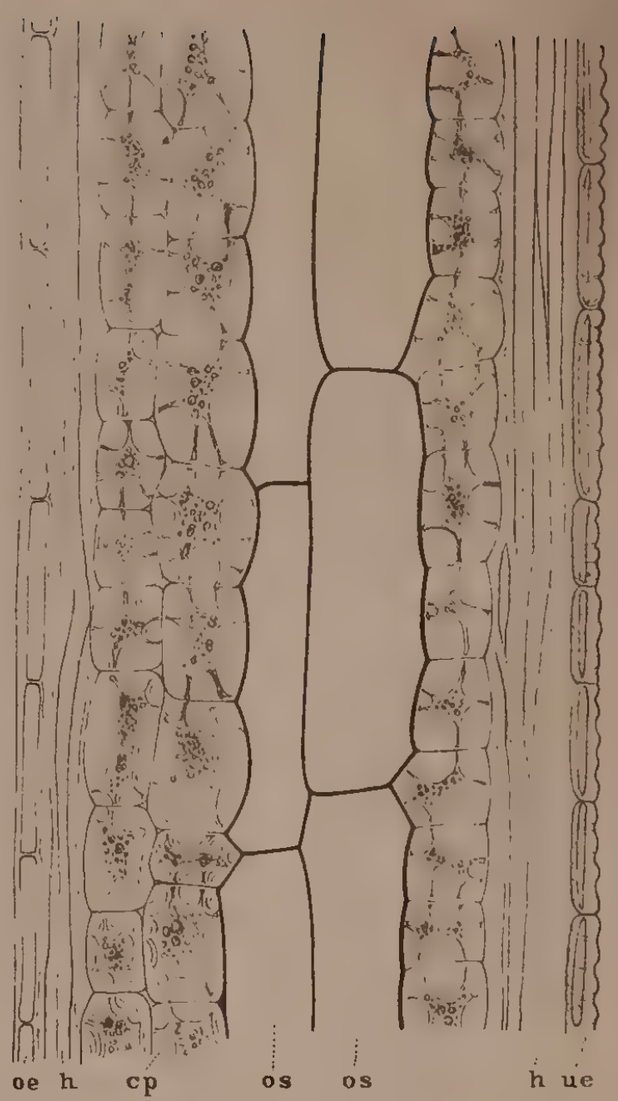
2.



3.



4.



Autor del. lith. v. Dr J. Heitzmann.

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Classe LXXXIX. Bd. I. Abth. 1884.

II. SITZUNG VOM 10. JÄNNER 1884.

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr übermittelt im Namen der Verfasser folgende für die akademische Bibliothek bestimmte Publicationen:

1. „Kritische Bemerkungen zur Einführung in die Anfangsgründe der Géometrie descriptive," von Herrn Prof. F. Tilšer an der böhm. technischen Hochschule in Prag.
2. „Sur les surfaçes du troisième ordre", von Herrn Prof. Dr. C. Le Paige an der Universität in Lüttich.

Das c. M. Herr Prof. H. Durège in Prag übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. O. Biermann, Privatdocent an der deutschen Universität in Prag, betitelt: „Zur Theorie der Abbildung mittels gebrochener rationaler Functionen."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur Theorie der Functionen $C_n^{\nu}(x)$", von Herrn Prof. L. Gegenbauer an der Universität zu Innsbruck.
2. „Über stockwerkartig aufgebaute Holzkörper. Ein Beitrag zur Holzanatomie", von Herrn Dr. F. Höhnel, Docent an der technischen Hochschule in Wien.
3. „Über einige algebraische Formen, welche in der Theorie der Curven vom Geschlechte $p = 0$ auftreten", von Herrn Dr. B. Igel, Docent an derselben Hochschule.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von den Herren J. J. Wolfbauer, Adjunct, und F. Strohmer, Assistent an der landwirthsch.-chemischen Versuchsstation in Wien, vor, welches die Aufschrift führt: „Über eine gewichtsanalytische Bestimmungs-Methode der Acidität von allgemeiner Anwendbarkeit."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Bellas Artes de San Fernando: Boletin. Año III. 1883. Setiembre, Octubre, Noviembre & Diciembre. Madrid; 8°.

Académie Royale de Copenhague: Mémoires, 6e série. Vol. II. Nrs. 4 & 5. Kjøbenhavn, 1883; 4°.

— Öfversigt over det Forhandlingar og dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1883. Kjøbenhavn; 8°.

— Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXVIII, Nr. 4. St. Pétersbourg, 1883; 4°. — Tome XXIX, Nr. 1. St. Pétersbourg, 1883; 4°.

— — Mémoires Tome XXXI. Nrs. 1, 2 & 3. St. Pétersbourg, 1883; 4°.

— — Zapiski. Tome XLIII. St. Pétersbourg, 1882; 8°.

Academy, the Wisconsin of Sciences, Arts and Letters: Transactions. Vol. V. 1877—81. Madison, 1882; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXX. 1882—83. Serie terza. Transunti Vol. VII. Fascicoli 11° & 12°. Roma, 1883; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österreich.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XXI. Jahrg. Nr. 35 u. 36. Wien, 1883; 8°. — XXII. Jahrgang Nr. 1. Wien, 1884; 8°.

Bibliothèque universelle: Resumé météorologique de l'année 1882 pour Genève et le Grand Saint Bernard, par A. Kammermann. Genève, 1883; 8°.

Bureau, statistisches der kgl. kroatisch-slavonisch-dalm. Landesregierung: Bewegung der Bevölkerung in den Jahren 1877 bis 1880. U Zagrebu, 1883; gr. 4°. — Volkszählung vom 31. December 1880. U Zagrebu, 1882; 4°. — Bergwerksbetrieb Croatiens und Slavoniens von 1874—1881. U Zagrebu, 1883; gr. 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VIII, Nr. 1. Cöthen, 1884; 4°.

Clausius, R.: Zur Theorie der dynamoelektrischen Maschinen. Leipzig, 1883; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVII. No. 26. Paris, 1883; 4°.

Gesellschaft, deutsche für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 29. Heft. Yokohama, Berlin, 1883; Folio.

— gelehrte Estnische zu Dorpat: Verhandlungen. XI. Band. Dorpat, 1883; 8°.

— physikalisch-chemische: Bulletin. Tom XV, Nr. 8. St. Petersburg, 1883; 8°.

Gewerbe-Verein, nieder-österr.: Wochenschrift. XLIV. Jahrgang. Nr. 49—52. Wien, 1883; 4°. — XLV. Jahrgang. Nr. 1. Wien, 1884; 4°.

Gross, Julius: Katalog der von der Kronstädter Gymnasial-Bibliothek bei der 400jährigen Luther-Feier in Kronstadt ausgestellten Druckwerke aus dem Reformationszeitalter. Kronstadt, 1883; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VIII. Jahrgang Nr. 49—52. Wien, 1883; 4°. — IX. Jahrgang Nr. 1. Wien, 1884; 4°.

— — Zeitschrift. XXXV. Jahrgang. V. Heft. Wien, 1883; gr. 4.

Institute, the Canadian Toronto: Proceedings. Vol. I. Fasciculus Nr. 5. Toronto, 1883; 8°.

Landbote, der steirische: Organ für Landwirthschaft und Landeskultur. XVI. Jahrgang, Nr. 15—24. Graz, 1883; 4°. — XVII. Jahrgang Nr. 1. Graz, 1884; 4°.

Listy cukrovarnické. Ročník I. Číslo 10. — Ročník II. Číslo I. II. a III. V Praze, 1883; 8°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 28ᵉ année, 3ᵉ série, tome XIV, 505ᵉ livraison. — Janvier 1884, Paris; 4°.

Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Annual Report to the President and Fellows for 1882—83. Cambridge, 1883; 8°.

Nature. Vol. XXIX, Nr. 740, London, 1883; 8°.

Observatoire Impérial de Rio de Janeiro: Bulletin astronomique et météorologique. Nrs. 4, 5, 7, 8 & 9. Rio de Janeiro, 1883; 4°.

Observatorium, Tifliser physikalisches: Meteorologische Beobachtungen im Jahre 1882. Tiflis, 1883; 8°.

— — Magnetische Beobachtungen in den Jahren 1881—1882. Tiflis, 1883; 8°.

Observatory, The: A monthly review of Astronomy. Nr. 81. 1884. January 1. London; 8°.

Osservatorio centrale del real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino mensuale. Serie II. Vol. III., No. VIII. Torino, 1883; 4°.

Ossolinski'sches National-Institut: Sprawozdanie za dwa lata 1882—1883. W Lwowie, 1883; 8°.

Philadelphia College of Pharmacy: Nineteenth annual Report of the Alumni Association for the year 1882—83. Philadelphia, 1883; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 13 bis 16 und 18. Wien, 1883; 8°.

Repertorium für Physik. XIX. Band, 11. u. 12. Heft. München und Leipzig, 1883; 8°.

Société Impériale des Amis d'histoire naturelle, d'Anthropologie et d'Ethnographie. Tome XXXVI, Nr. 2 et tome XLIII. Nr. 1. Moscou, 1883; gr. 4°.

— académique Indo-Chinoise de Paris: Mémoires. Tome II. Paris, 1879; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 36ᵉ année, 4ᵉ série, 10ᵉ cahier. Paris, 1883; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang. Nr. 49 bis 52. Wien, 1883; 4°. — XXXIV. Jahrgang Nr. 1. Wien, 1884; 4°.

III. SITZUNG VOM 17. JÄNNER 1884.

Das Präsidium der Handels- und Gewerbekammer in Wien übermittelt ein Exemplar des Jahresberichtes dieser Kammer über die Industrie, den Handel und die Verkehrsverhältnisse in Niederösterreich während des Jahres 1882.

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von Herrn Max Jüllig, Docent an der technischen Hochschule in Wien, vor, welches die Aufschrift führt: „Über eine neue Art der telephonischen Schallübertragung."

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Untersuchung: „Über Jackson und Menke's Methode der Bereitung des Borneols aus Campher," von den Herren Dr. J. Kachler und F. V. Spitzer.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia nacional de Ciencias en Córdoba: Boletin. Tomo V. Entrega 4ª. Buenos Aires, 1883; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 47e année, 2e série, tome XII. Nr. 52. Paris, 1883; 8°.

Academy, the New York of Sciences: List of Duplicates and Deficiencies of the Library. November 1880—81. New York, 1881; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXX. 1882—1883. Serie terza. Transunti. Vol. VII. Fascicolo ultimo. Roma, 1883; 4°.

Ackerbau-Ministerium, k. k.: Statistisches Jahrbuch für 1882, 3. Heft, 2. Lieferung. Wien, 1883; 8°.

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents. 3e année, 6e série, 11e cahier. Paris, 1883; 8°.

Archiv des Vereines der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. 36. Jahr. Neubrandenburg , 1883; 8°.

Astronomische Mittheilungen von Dr. Rud. Wolf. LVII. LVIII. und LX. Zürich, 1882—83; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3e période, tome X. Nos. 11 et 12. 15. Novembre et Décembre 1883, Genève, Lausanne, Paris; 8°.

Central-Commission, k. k. zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale: Mittheilungen. IX. Band, IV. (Schluss-) Heft. Wien, 1883; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VII, Nr. 100 bis 104. Cöthen, 1883; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVII. Nr. 27. Paris, 1883; 4°.

Freiburg i. B. Universität: Akademische Schriften pro 1882—83. 56 Stücke; 4° und 8°.

Gesellschaft, österreichische für Meteorologie: Zeitschrift. XIX. Band, Jänner-Heft 1884. Wien; 8°.

— Senckenbergische naturforschende: Bericht. 1882/83. Frankfurt a. M., 1883; 8°.

Greenhill, A. G. M. A.: On the motion of a Projectile in a resisting medium. Woolwich, 1882; 8°.

Handels-Ministerium, k. k. in Wien, statistisches Departement und kön. ungar. statistisches Landes-Bureau in Budapest: Statistische Nachrichten über die Eisenbahnen der österreichisch-ungarischen Monarchie für das Betriebsjahr 1881. Wien, 1883; Fol.

Institute, the North of England of Mining and Mechanical Engineers: Transactions. Vol. XXIII, part. I. Newcastle-upon-Tyne, 1883; 8°.

Journal of nervous and mental Disease. N. S. Vol. VIII. Nr. 4. New York, 1883; 8°.

— für praktische Chemie. N. F. Band XXVIII., Nr. 21, 22. Leipzig, 1883; 8°.

Krankenhaus Wieden, k. k.: Bericht vom Solar-Jahre 1882. Wien, 1883; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1883. 4. und 5. Heft. Wien, 1883; 8°.

Leseverein, deutsch-österreichischer an der Wiener Universität: Jahresbericht 1882—83, Wien; 8°.

Litchfield Observatory of Hamilton College: Celestial Charts for the Equinox 1860. I. Serie, Nr. 1—20.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens. Jahrgang 1883; XII. Heft. Wien, 1883; 8°

Nature. Vol. XXIX. Nr. 741. London, 1884; 8°.

Observatory, the Astronomical of Harvard College: 37th annual. Report to the Director by Edward C. Pickering. Cambridge, 1883; 8°.

Reichsforstverein, österreichischer: Oesterreichische Vierteljahresschrift. N. F. I. Band. III. und IV. Quartal. Wien, 1883; 8°.

Repertorium der Physik. XX. Band, 1. Heft. München und Leipzig, 1884; 8°.

Società Italiana delle Scienze fondata da Anton-Mario Lorgna: Memorie. Ser. IIª, tomo 1°. Modena, 1862; 4°. Tomo II°, Modena, 1866; 4°. Serie IIIª, tomo 1°, parte I & II. Firenze, 1867—68; 4°. Tomo II. Firenze, 1869—76; 4°. Tomo III. Napoli, 1879; 4°. Tomo IV. & V. Napoli, 1882; 4°.

Society the American geographical: Bulletin 1882, Nr. 5. New York; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. VI. Nr. 1. January 1884, London; 8°.

Universitäts-Nachrichten. Band XXIII. Nr. 10, Kiew, 1883; 8°.

Verein der čechischen Chemiker: Listy chemické. VIII. Jahrgang, Nr. I—III. Prag, 1883; 8°.

— militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XXVII. Band. 4. Heft Wien, 1883; 8°.

Weinberg, Julien Dr.: La Genèse et le Développement du Globe terrestre et des Êtres organiques qui l'habitent. Varsovie, 1884; 8°.

Wissenschaftlicher Club: Monatsblätter. V. Jahrgang, Nr. 3 und Ausserordentliche Beilagen Nr. I, II & III. Wien, 1883; 4°.

IV. SITZUNG VOM 31. JÄNNER 1884.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt 22 Blätter Fortsetzungen (25. Lief.) der neuen Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1:75000).

Der Vorsitzende übergibt im Namen des Verfassers den Jahrgang 1883 der von dem ausländ. c. M. Herrn Geheimrath Prof. Dr. C. Ludwig herausgegebenen „Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig."

Das ausländ. c. M. Herr Prof. G. G. Stokes in Cambridge übermittelt den zweiten Band der: „Mathematical and Physical Papers."

Von Herrn Prof. Dr. L. Kronecker in Berlin wird eine Festschrift unter dem Titel: „Grundzüge einer arithmetischen Theorie der algebraischen Grössen" zur Aufnahme in die akademische Bibliothek übermittelt.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XIV. Mittheilung: „Über das Herz von *Helix pomatia*," von Herrn Dr. Wilh. Biedermann, Privatdocent und erster Assistent am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

Herr Regierungsrath G. v. Niessl, Professor an der technischen Hochschule in Brünn, übersendet eine Abhandlung: „Über die astronomischen Verhältnisse bei dem Meteoritenfalle von Mócs in Siebenbürgen am 3. Februar 1882."

Herr Ludwig Koller, Hörer an der Hochschule für Bodencultur in Wien, übersendet eine Abhandlung: „Über einige allgemeine, auf Knotenverbindungen bezügliche Gesetze.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Die Degeneration des Epithels der Riechschleimhaut des Kaninchens nach Zerstörung der Riechlappen desselben," von Herrn Dr. Alex. Lustig, Assistent am physiologischen Institute der Universität zu Innsbruck.
2. „Versuch der Erklärung der Natur der Sonnenflecken," von Herrn Franz Zehden, Capitän der Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft in Turn-Severin.

Das w. M. Herr Director Dr. J. Hann bespricht die Resultate der meteorologischen Beobachtungen, welche Herr Major von Mechow in den Jahren 1879 und 1880 zu Pungo Andongo und Malange im Innern des tropischen SW-Afrika angestellt hat.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 48e année, 2e série, tome XIII. Nos. 1—4. Paris, 1884; 8^0^.

— royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 52e année, 3e série, tome 6. No. 11. Bruxelles, 1883; 8^0^.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXXII. 1883—84. Serie terza. Transunti. Vol. VIII. Fasciolo I. Roma, 1883; 4^0^.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinisch deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft XIX. Nr. 23—24. Halle a. S., 1883; 4^0^.

Apotheker-Verein, allg. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XXII. Jahrgang, Nr. 2 und 3. Wien, 1884; 8^0^.

Blasius, Wilhelm: Vögel von Borneo. Wien, 1883; 8^0^.

— Über neue und zweifelhafte Vögel von Celebes. Braunschweig, 1883; 8^0^.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCVIII. Nos. 1 et 2. Paris, 1884; 4^0^.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift, V. Jahrgang, 1884. Heft I. Januar. Berlin, 1884; 4^0^.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XVI. Jahrgang. Nr. 18. Berlin, 1883; 8°.

— naturhistorische zu Hannover: 31. u. 32. Jahresbericht für die Geschäftsjahre 1880—1882. Hannover, 1883; 8°.

— gelehrte serbische: Glasnik: Band 51—54. II. Abtheilung, Band 14 u. 15. Belgrad, 1883; 8°.

— physikalisch-chemische: Journal. Tome XV. Nr. 9. St. Petersburg, 1883; 8°.

Gewerbe-Verein, niederösterr.: Wochenschrift. XLV. Jahrgang, Nr. 2—4. Wien, 1884; 4°.

Handelsmann, Heinrich: Die amtlichen Ausgrabungen auf Sylt 1873, 1875, 1877 und 1880. Kiel, 1882; 8°.

Hydrographisches Amt, k. k. Marine-Bibliothek: Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Vol. XI. Nr. 12. Jahrgang 1883. Pola, 1883; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österreichischer: Wochenschrift. IX. Jahrgang. Nr. 2—4. Wien, 1884; 4°.

Journal, the American of Science. Vol. XXVII. Nr. 157. January 1884. New Haven, 1884; 8°.

Kriegsmarine, k. k.: Kundmachungen für Seefahrer und hydrographische Nachrichten. Jahrgang 1883. Heft 8. Pola, 1883; 8°.

Love, C. H.: Étude sur la Constitution moléculaire des corps, sur les lois des volumes moléculaires, des chaleurs spécifiques et des dilatations. Paris, 1883; 4°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXX. Band, 1884. I. Gotha; 4°.

Nature. Vol. XXIX. Nos. 742 et 743. London, 1884; 8°.

Owen, Richard, C. B., F. R. S., F. L. S., etc: Aspects of the body in Vertebrates and Invertebrates. London, 1883; 8.

Programme: IX. Jahresbericht der Gewerbeschule zu Bistritz in Siebenbürgen. Bistritz, 1883; 8°. — K. k. Gymnasium zu Brixen. XXXIII. Programm. Brixen; 8°. — Jahresbericht des k. k. Staatsobergymnasiums in Böhm. Leipa am Ende des

Schuljahres 1883, Prag; 8°. — Jahresbericht des k. k. ersten deutschen Gymnasiums in Brünn für das Schuljahr 1882/3. Brünn; 8°. — 71. Jahresbericht des steiermärkisch-landschaftlichen Museums zu Graz über das Jahr 1882. Graz, 1883; 4°. — Evang. Gymnasium A. B. und der mit demselben verbundenen Realschule, sowie der evang. Bürgerschule A.B. zu Hermannstadt für das Schuljahr 1882/3. Hermannstadt, 1883; 4°. — Siebenter Jahresbericht der k. k. Staatsgewerbeschule zu Pilsen. 1883. Pilsen; 8°. — Pressburger k. kathol. Obergymnasium. Programm für 1882/3. Pressburg 1883; 8°. — VII. Jahresbericht der k.k. Staatsgewerbeschule zu Reichenberg. Schuljahr 1882/3. Reichenberg, 1883; 8°. — Programm des k. k. Staatsobergymnasiums zu Saaz am Schlusse des Schuljahres 1883. Saaz, 1883; 8°. — 34. Ausweis des fürstb. Privatgymnasiums Collegium Borromäum zu Salzburg am Schlusse des Schuljahres 1882/3. Salzburg, 8°; — Programm des evang. Gymnasiums A. B. in Schässburg und der damit verbundenen Lehranstalten zum Schlusse des Schuljahres 1882/3. Hermannstadt, 1883; 4°. — Relazione annuale del civico Liceo femminile di Trieste alla fine dell' anno scolastico 1882/3. Trieste, 1883; 8°. — VIII. Jahresbericht der k. k. Unterrealschule in der Leopoldstadt in Wien. Wien, 1883; 8. — Jahresbericht über das k. k. akademische Gymnasium in Wien für das Schuljahr 1882/3. Wien, 1883; 8°. — IX. Jahresbericht über das k. k. Franz Joseph-Gymnasium in Wien. Wien, 1883; 8°. — Jahresbericht des k. k. Obergymnasiums zu den Schotten in Wien. Wien, 1883; 8°. — XI. Jahresbericht des Vereines der Wiener Handelsakademie. Wien, 1883; 8°. — XXXII. Jahresbericht über die k. k. Staatsoberrealschule und die gewerbliche Fortbildungsschule im III. Bezirke in Wien. Wien, 1883; 8°. — XVIII. Jahresbericht der niederösterr. Landesoberrealschule und der mit derselben vereinigten Landesfachschule für Maschinenwesen in Wr.-Neustadt. Wr.-Neustadt, 1883; 8°. — Izvješie kraljevske velike gimnazije na Rieci koncem školske godine 1882/3. U Zagrebu, 1883: 8°. — Program kraljevske vise gimnazije u Senju. U Senju, 1883; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1883. XXXIII. Band, Nr. 4. Wien, 1883; 4°.

Rostock, Universität: Akademische Schriften pro 1882/3. 35 Stücke; 4° u. 8°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Vol. XII. Dispensa II^{a}. Roma, 1884; 4°.

Verein für Erdkunde zu Halle a. S.: Mittheilungen. Halle a. S., 1883; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 2 bis 4. Wien, 1884; 4°.

Über stockwerkartig aufgebaute Holzkörper.

Ein Beitrag zur Holzanatomie.

Von Dr. **Franz Ritt. v. Höhnel.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Jänner 1884.)

Ich habe vor einiger Zeit gezeigt, dass es Hölzer gibt, welche Ölschläuche allein oder nebst exquisiten Schleimschläuchen besitzen[1]; ferner habe ich Hölzer von dicotylen Pflanzen aufgefunden mit Harzgängen.[2]

Im Folgenden seien nun einige weitere für die Holzanatomie wichtige und zum Theile gänzlich neue Thatsachen kurz besprochen, nämlich die, dass viele Hölzer, und zwar fast nur aussereuropäische nicht nur, wie bekannt ist, im Querschnitte, sondern auch im Längsschnitte wiederkehrende Regelmässigkeiten aufweisen, so zwar, dass sie stockwerkartig aufgebaut sind, womit wieder Eigenheiten des Querschnittes zusammenhängen.

Obwohl mehrere technisch oder pharmaceutisch wichtige und vielfach beschriebene Hölzer den etagenförmigen Aufbau in sehr auffallendem Masse zeigen, und dieser Umstand viel wichtiger für die Holzanatomie ist als viele im Detail behandelte, so vermisse ich die Erwähnung desselben nicht nur gänzlich in der wissenschaftlich-anatomischen Literatur, sondern auch in der Mehrzahl der praktisch-mikroskopischen Werke.

Sehr auffallend ist die etagenförmige Anordnung der Markstrahlen beim rothen Sandelholze *(Pterocarpus Santalinus)* und beim Jamaica-Quassiaholze *(Picrasma excelsa* Planch.).

---

[1] Anatomische Unters. ü. einige Secretionsorg. d. Pfl. Sitzb. d. kais. Wiener Ak. der Wiss. 84. Bd., math.-naturw. Cl. p. 596 f.

[2] Bot. Zeitung, 1882, Nr. 9—11. Inzwischen ist es mir zweifelhaft geworden, ob die daselbst besprochene Rinde von *Myrica Sapida* abstammt; sicher ist es, dass sie dicotylen Ursprungs ist, da ihr Bau mit keinem Coniferen-Rindentypus irgend eine Ähnlichkeit besitzt. Hier sei noch bemerkt, dass ich inzwischen ein drittes Holz — unbekannter Herleitung — mit Gefässen und Markstrahlen-Harzgängen aufgefunden habe.

Flückiger[1] bemerkt nun bei letzterem, dass der tangentiale Längsschnitt „durch die geringe Höhe der Markstrahlen quergestreift erscheint“ und beim rothen Sandelholze, dass die Markstrahlen durch ihre grosse Regelmässigkeit dem seidenglänzenden Tangentialschnitte eine feine rechtwinkelig gefelderte Zeichnung verleihen.

Berg und Schmidt[2] bilden die Anordnung der Markstrahlen im Tangentialschnitte bei *Quassia jamaicensis* und *Guajacum officinalis* ganz richtig ab, und erwähnen auch im Texte[3] bei letzterem dieselbe, bei *Quassia* hingegen schweigt der Text hievon. Das Beste über diesen Gegenstand findet sich bei Wigand.[4] Derselbe unterscheidet ganz richtig zwei Typen der Anordnung der Markstrahlen im Tangentialschnitte: ungleich grosse und unregelmässig zerstreut stehende und gleich grosse in gleichen Abständen stehende Markstrahlen. Im letzteren Falle „ergibt sich daher auf beiden Längsschnitten eine horizontale Streifung, wobei die Streifen sich am Tangentialschnitte in einzelne Strichelchen auflösen.“ Hieher rechnet Wigand das rothe Sandelholz und das Jamaica-Quassiaholz. Beim Fernambukholz und Guajakholz hat er diese Querstreifung übersehen.

Unbekannt mit diesen spärlichen Angaben habe ich die etagenförmige Anordnung der Markstrahlen zunächst beim Fernambuk- und beim rothen Sandelholze gefunden[5] und späterhin mich von der grossen Verbreitung derselben bei tropischen Hölzern überzeugt. Ich habe im Ganzen über 80 verschiedene Hölzer mit regelmässig angeordneten Markstrahlen gesehen, von welchen aber die Mehrzahl botanisch unbestimmt oder unsicher determinirt ist.

Viele der Hölzer mit in Etagen stehenden Markstrahlen zeigen in den schmalen Streifen zwischen den einzelnen Etagen eine auffallende Anhäufung der Tracheidentüpfel und dabei zugleich eine Grundmasse von Tracheiden- oder Libriformfasern,

---

1 Pharmacognosie der Pflanzen. II. Aufl. 463. u. (Sandelholz) p. 466.
2 Anatom. Atlas zur pharmaceut. Wkde. 1865. Taf. 26 u. 27.
3 l. c. p. 54.
4 Lehrbuch der Pharmacognosie. II. Aufl. 1874. p. 123, 129 u. 134.
5 Dingler's polyt. Journal 235 Bd. p. 74 ff.

wodurch eine stockwerkartige Anordnung der Tüpfel zu Stande kommt.

Da ferner eine regelmässige Anordnung der Markstrahlen in den vorgefundenen Fällen nur dann eintritt, wenn jeder Markstrahl aus einer einzigen Cambiumzelle hervorgeht, so müssen auch die Cambiumzellen in horizontalen Reihen stehen, was in der That leicht constatirbar ist.

Ist nun aber die Horizontalreihung der Cambiumzellen vorhanden, so ist es eine naturgemässe Folge des Umstandes, dass die Holzelemente hauptsächlich in longitudinaler Richtung mit einander verbunden sind durch Porencanäle, dass es auch Hölzer gibt mit unregelmässig angeordneten und ungleich grossen Markstrahlen, die aber ganz regelmässig etagenförmig angeordnete Tüpfel aufweisen.

Endlich hängt mit der regelmässigen Horizontalreihung der Cambiumzellen auch noch der bisher erst von Wigand, und zwar bei dem Holze von *Picrasma excelsa* beobachtete Umstand zusammen, dass am Hirnschnitte häufig regelmässige Radialreihen von grossen und kleinen Faserquerschnitten mit einander abwechseln.

Die nähere Besprechung dieser Verhältnisse an einer Reihe genauer untersuchter Fälle bildet den Gegenstand des nun folgenden.

I. Caesalpineen.

Bocoa provacensis. Aubl.

Das Boko- oder Cocoholz ist eines der am regelmässigsten gebauten Hölzer, welche mir bekannt geworden sind. Der Querschnitt zeigt, dass die Hauptmasse des Holzes aus sehr dickwandigen libriformähnlichen Tracheiden besteht, welche in regelmässigen Radialreihen angeordnet sind. Häufig sieht man breite und schmale Radialreihen mit einander abwechseln. Isolirte Tracheiden zeigen einen mittleren fast gleichmässig breiteren Theil, der dann beiderseits mehr weniger plötzlich in die bedeutend schmäleren Enden übergeht. An den beiden Grenzen der drei Abschnitte der Tracheiden finden sich, meist mehr weniger tangential gestellte Hoftüpfel, deren Hof sehr klein aber ganz deutlich ist, und deren Porencanal (im Tangentialschnitte gesehen) trichter-

oder glockenförmig erweitert erscheint. Im Querschnitte des Holzes erscheinen die Tüpfel als ganz schmale einfache Porencanäle, weil sie stark seitlich (spaltenartig) zusammengepresst sind. Der breite Mitteltheil jeder Tracheide entspricht, was seine Länge anbelangt, der Cambiumzelle; die schmalen Endtheile sind durch das spätere Spitzenwachsthum entstanden. Die Cambiumzellen dieses Holzes sind in fast ganz regelmässigen und geraden Horizontalreihen angeordnet, und daher auch die Tracheiden, welche aus ihnen hervorgingen. Desshalb erscheinen auch die Tüpfel der Tracheiden in schönen und regelmässigen Reihen, welche etagenartig übereinanderstehen, angeordnet. Die hie und da auch im mittleren Theile, oft der ganzen Länge nach vorkommenden Tüpfel, sowie jene, durch welche die Markstrahlen mit den Tracheiden zusammenhängen (die sich also an der Grenze von Markstrahlen und Tracheiden finden), stören kaum das regelmässige Bild, welches die Tüpfeletagen dem Beschauer bieten. Jede Etage besteht aus 2—6 Reihen von Tüpfeln; es sind dieselben daher sehr ungleich breit. Man kann die Tüpfeletagen schon mit freiem Auge am Tangentialschnitte des Holzes als zarte gelbliche Querlinien, die etwa $^1/_3$ Mm. weit von einander abstehen, bemerken.

Trifft man am Querschnitte des Holzes auf eine Tüpfeletage, so erscheint derselbe ganz mit einem, rhombische Maschen aufweisenden Porennetze bedeckt, während er im anderen Falle fast nur Porencanäle an der Grenze der Markstrahlen zeigt. Die Markstrahlen stehen auch in horizontalen regelmässigen Etagen, welche mit denen der Tüpfel abwechseln. Sie sind daher fast alle gleich hoch und breit. Die Höhe derselben ist circa 300 μ, und meist sind sie 2 (selten 1—3), Zellen breit. Der Zwischenraum zwischen je zwei Markstrahlreihen, in welchem sich die Tüpfelreihen befinden, beträgt nur 20—60 μ. Auf 1 Cm. kommen durchschnittlich 29 Markstrahletagen. Häufig stehen die Markstrahlen genau senkrecht übereinander, wodurch stellenweise eine überaus grosse Regelmässigkeit der Tangentialansicht eintritt. Im Querschnitte kommen 60—70 Markstrahlen auf 5 Mm.; sie stehen daher sehr dicht. Jeder Markstrahl entsteht aus einer einzigen Cambiumzelle. In Folge der Anordnung der Markstrahlen erscheinen die Zonen zwischen den Tüpfelreihen des Tangentialschnittes mit kurzen, fast gleichweit von einander abstehenden Strichelchen versehen,

während der Radialschnitt die Markstrahlen als schmale gelbe Streifen, die gleich weit von einander abstehen und gleich breit sind, erscheinen lässt. Die Tüpfeletagen erscheinen am Spiegelschnitte zwar auch ganz deutlich, aber bei weitem nicht so wie am Tangentialschnitte.

Die Etagen treten auch in Beziehung zu den Gefässen. Diese stehen im Querschnitte meist vereinzelt (selten zu 2—3 radial angeordnet), sind meist von einer einfachen Parenchymschichte umgeben oder grenzen zum Theile an Tracheiden oder Markstrahlen. Das sehr zurücktretende Parenchym tritt in stellenweise dicht stehenden, stellenweise bis 4 Mm. weit von einander abstehenden 1—4 Lagen mächtigen Schichten auf, die oft um den ganzen Stamm ununterbrochen verlaufen, oder vielfältig durchbrochen sind. Die Gefässquerwände liegen nun genau im Niveau der Tüpfelreihen, so dass die Gefässglieder den Markstrahletagen entsprechen.

Pterocarpus.

Alle mir zur Disposition stehenden *Pterocarpus*-Arten zeigen einen stockwerkartigen Aufbau des Holzkörpers. Beim rothen Sandelholze (*Pt. Santalinus* L. f.), das vollkommen mit dem Barwood oder Angola-Sandelholze übereinstimmt (*Pt. angolensis* D. C.), und dessen Bau hinlänglich bekannt ist,[1] stehen die sehr dicht angeordneten Markstrahlen (80—90 auf 5 Mm. im Querschnitt) in Horizontalreihen von $^1/_4$ Mm. Breite; sie sind dabei fast immer einreihig. Die Grundmasse der faserförmigen Tracheiden, welche ganz ähnlich wie bei der Bocoa gestaltet sind, zeigt nur hie und da eine etagenförmige Tüpfelanordnung.

Pt. erinaceus Lam. vom Senegal hat Markstrahletagen von $^1/_5$ Mm. Höhe, die Markstrahlen selbst sind 1—2, selten 3reihig. Die Horizontalreihung der Tüpfel ist schöner als bei dem rothen Sandelholze, aber viel weniger auffallend als beim Bocoholze.

Pt. Marsupium Roxb. hat etwas dickere Tracheidenwandungen; es tritt daher die Reihung der Tüpfel mehr hervor. Im Übrigen mit *erinaceus* übereinstimmend, nur dass die Markstrahlen meist 2reihig sind.

---

[1] Siehe die bekannten Werke von Wiesner, Vogl, Wigand, Flückiger, Berg etc.

Myrocarpus sp.

Das Holz dieser *Caesalpiniee* zeigt sowohl eine etagenförmige Anordnung der Markstrahlen wie der Tüpfel. Die Markstrahlen entsprechen genau den Gefässgliedern, während die Tüpfelreihen mit den Querwänden der Gefässe correspondiren. Es ist daher das Holz aus lauter horizontalen Schichten aufgebaut. Die Höhe der letzteren beträgt $^1/_5$ Mm. Die Markstrahlen sind 2—3 Zellen breit und 7—12 hoch. Ausser jenen Tüpfeln der libriformähnlichen Tracheiden, welche in den Horizontalreihen stehen, findet man welche fast nur an der Grenze der Markstrahlen, wodurch die schichtenweise Anordnung derselben ungemein deutlich hervortritt.

Moringa pterygosperma Gärtn.

Obwohl bei diesem — dem Griesholze, die Markstrahlen sehr verschieden gross sind, indem manche nur aus einer, andere aus 2—4 Cambiumzellen hervorgehen, so erscheint das Holz doch deutlich feinwellig im Längsschnitte. Die Ursache hievon liegt darin, dass die aus einer einzigen Cambiumzelle hervorgehenden Markstrahlen überwiegen. An kleinen Schnitten, oder bei nicht ganz schwacher Vergrösserung sieht man daher von der etagenförmigen Anordnung der Markstrahlen nichts. Diese sind 1—4 (meist 2) Zellen breit und 5—20 (meist 12) Zellen hoch. Die kleineren entsprechen genau den Gefässgliedern und stehen in Horizontalreihen. Eine Tüpfelreihung konnte nicht constatirt werden.

Andira antihelminthica Benth.

Obwohl bei den Leguminosen-Hölzern der Gegensatz zwischen Parenchym und Libriform auch am Querschnitte meist deutlich ausgesprochen ist, so mag doch dieses Holz kurz näher beschrieben werden, da bei keinem der mir bekannten Hölzer die Unterschiede der drei Hauptgewebsarten der Holzkörper so auffallend und lehrreich hervortreten. Die Libriform-Grund- und Hauptmasse des Holzes von *Andira antihelminthica* besteht aus äusserst dickwandigen Elementen, deren Lumen im Querschnitte nur punktförmig erscheint. In ihr sind Parenchymstränge von fast rhombischem

Querschnitte eingelagert, welche häufig seitlich mit einander zusammenhängen, und der Masse nach der des Libriforms nahekommen. Die einzelnen Parenchymzellen sind ganz dünnwandig und haben einen 4—8mal grösseren Querschnitt als die Libriformfasern. Die Gefässe, welche einzeln oder zu 2—3 in Radialreihen stehen, werden bis 250 μ breit, und sind den Parenchymsträngen eingelagert. Innerhalb dieser sind die Markstrahlen 2—3mal breiter als im Libriform. Sie sind 6—12 (meist 10) Zellen hoch und 1—3, meist 2 Zellen breit und in höchst regelmässigen Horizontalreihen angeordnet, deren Höhe $^1/_4$ Mm. beträgt. Stellenweise ist auch eine etagenförmige Anordnung der Libriformporen zu bemerken, welche sehr schwach behöft sind, und im Tangentialschnitte trichterförmig erweitert erscheinen.

Dialium indicum L.

Der Holzkörper dieser *Caesalpiniee* zeigt ebenfalls sehr schön den Gegensatz der drei Hauptgewebe des Holzes. Es besteht aus ganz regelmässigen, continuirlichen und mit einander abwechselnden Schichten von Libriform und Parenchym. Dabei sind die Libriformschichten zwei bis dreimal mächtiger. Die sehr grossen Gefässe sind theils dem Parenchym, theils dem Libriform eingelagert, dabei aber stets, wenigstens stellenweise, von Parenchym bescheidet. Hie und da grenzen auch Libriformfasern direct an Gefässe.

Die in regelmässigen Horizontalreihen geordneten Markstrahlen sind meist 2—3 Zellen breit und circa 20 (10—30) Zellen hoch. Etagenhöhe derselben $^1/_3$ Mm. Die Poren der Libriformfasern, welche einen Übergang zu Tracheiden bilden, sind auch häufig zu schönen Etagen angeordnet.

Tamarindus indica L.

Das Holz des Tamarindenbaumes ist dem von *Andira* höchst ähnlich gebaut, zeigt aber keine regelmässige Anordnung der Markstrahlen. Hingegen zeigen die Holzfaserporen hie und da eine etagenförmige Ordnung.

Caesalpinia.

Hieher gehören bekanntlich einige Rothhölzer. Nicht alle Arten zeigen eine regelmässige Anordnung der Markstrahlen.

Während *C. tinctoria* Dom., *echinata* Lam., *Crista* L. und *Coriaria* W. meist eine ganz deutliche Etagenbildung zeigen, fehlt diese bei *C. Sappan* L. und *brasiliensis* Sw. Hier sei noch bemerkt, dass das Blauholz (von *Haematoxylon Campechianum*) auch keine Markstrahlenhorizontalreihung aufweist. Ein Stück Bahiarothholz *(Caesalpinia sp.)* zeigte nur stellenweise die regelmässige Anordnung der Markstrahlen. Die genannten Arten verhalten sich ganz ähnlich. Die Markstrahlen sind 1—3, meist 2 Zellen breit und 5—17, meist 14 Zellen hoch und stehen in $^1/_3$ Mm. breiten Reihen. Die Markstrahlreihen entsprechen genau den Gefässgliedern, während die mit ihnen abwechselnden, oft sehr deutlich ausgeprägten Tüpfeletagen der Libriform-ähnlichen Tracheiden, die die Grundmasse des Holzes bilden, mit den Gefässquerwänden in demselben Querschnitte liegen.

Bauhinia reticulata D. C.

Das Holz besteht aus sehr breiten zickzackförmig-welligen Parenchymschichten, die mit etwas schmäleren Libriformschichten abwechseln und fast continuirlich um den Stamm laufen. Gegenüber dem im Kerne inhaltsleeren Libriform und den Gefässen treten die durch braunrothen Inhalt ausgezeichneten Markstrahlen sehr deutlich hervor. Sie sind fast sämmtlich einreihig, meist 6—7 Zellen hoch, stehen sehr dicht neben einander (auf 5 Mm. 125) und sind in sehr regelmässigen Horizontalreihen geordnet, die genau den Gefässgliedern entsprechen. Häufig hängen 2—4 senkrecht über einander stehende Markstrahlen mit einander zusammen. Eine regelmässige Anordnung der Libriformporen ist nicht constatirbar.

Cassia Fistula L.

Zeigt den gewöhnlichen Leguminosen-Holzbau und sehr regelmässig etagenförmig angeordnete 1—3 Zellen breite und meist 7 Zellen hohe Markstrahlen. Die Etagenhöhe beträgt $^1/_6$ Mm. Ganz ähnlich ist eine zweite Art, *Cassia sp.*, gebaut.

Dalbergia.

Während *D. nigra, ferruginea* und *latifolia* Roxb. eine regelmässige Horizontalreihung der Markstrahlen erkennen lassen,

fehlt diese bei *D. scandens* Roxb., *lanceolaria* Lam. und *arborea*.

Bei der näher untersuchten *D. nigra* sind die Markstrahlen nur 1 Zelle breit und 12—20 Zellen hoch; die Etagenhöhe ist $^1/_5$ Mm., während eine *D. sp.* 6—8 Zellen hohe und 1—3, meist 2 Zellen breite Markstrahlen besass, die in 150 μ hohen Etagen standen.

Hie und da zeigten auch die Libriformporen eine schichtenweise Anordnung. Die Correspondenz der Etagen mit den Gefässgliedern ist deutlich wahrzunehmen.

In deutlicher Weise zeigten noch etagenförmig angeordnete Markstrahlen die *Caesalpinieen*: *Dipterix odorata* W. und *Parkinsonia*.

II. Papilionaceen.

Was die Papilionaceen anlangt, so habe ich die in Rede stehende Erscheinung bei zwei als *Aspalatus Ebenus* L. und *Genista canariensis* L. bezeichneten Hölzern gefunden. Ferner ist es bekannt, dass die Korkhölzer von *Aedemone mirabilis (Aeschinomene)* u. a. Arten eine sehr regelmässige Horizontalreihung der Cambiumzellen und daher auch der Parenchymelemente (die die Hauptmasse des Holzkörpers ausmachen) aufweisen. Nebenbei sei hier bemerkt, dass sich ähnlich auch viele Korkhölzer der Bombaceen verhalten.

III. Mimoseen.

Acacia.

Während *Ac. pendula* A. Cunn., *Angico* Mart., *arabica* Willd., *armata*, *leucophloea* Willd., *odoratissima* Willd., *Suma* Kurz, *Lebbek* Willd., *orientalis* und *Marmelos* keine Reihenanordnung der Markstrahlen aufweisen, findet sich dieselbe bei *Ac. procera* Willd. sehr regelmässig ausgebildet. Die Markstrahletagen, welche den Gefässgliedern genau entsprechen, sind $^1/_5$ Mm. hoch und die Markstrahlen meist 10 Zellen hoch und 2 (selten 1 oder 3) Zellen breit; eine Tüpfelreihung ist nicht vorhanden.

Parkia biglandulosa

zeigt sehr regelmässige Markstrahlenetagen von $^1/_5$ Mm. Höhe. Dabei sind die Markstrahlen sehr ungleich; 1—4 Zellen breit

und 6—14 Zellen hoch, meist 2 breit und 10 hoch. Aber alle entstehen ihrer Anordnung nach aus einer einzigen Cambiumzelle. Das nicht sehr dickwandige Libriform zeigt auch hie und da eine schichtenweise Anordnung der Porencanäle. Dagegen zeigt

Inga vera W. (?)

das Grenadillholz, nicht nur eine äusserst regelmässige Anordnung der Markstrahlen, sondern auch der Porencanäle. Es verhält sich dieses Holz fast so wie das von *Bocoa provacensis*. Die Etagenhöhe ist sehr gering, nur $^1/_9$ Mm., die Markstrahlen stehen sehr dicht, sind fast stets einreihig und 5—12, meist 8 Zellen hoch. Sie entsprechen ganz genau den Gefässgliedern. Die Poren des Libriforms, welches die Hauptmasse des Holzes ausmacht, finden sich fast nur in den Zwischenräumen der Markstrahletagen, und sind fast noch regelmässiger angeordnet, als bei *Bocoa provacensis;* auch im Radialschnitte sind (wie bei *Bocoa*) die Porenetagen gut zu sehen.

Durch das im Querschnitte vielfach zerstreut erscheinende Parenchym, und durch eine so grosse Menge von Krystallkammerfasern (wie ich sie bei keinem anderen Holze wieder fand) wird die Anordnung der Libriformfasern im Querschnitte gestört, daher fehlt hier die Radialreihung.

IV. Combretaceen.

Ein Holz, dessen Bestimmung als *Conocarpus erecta* nicht ganz zweifellos war, zeigte eine Horizontalreihung der Markstrahlen.

V. Cedrelaceen.

Das echte Mahagoniholz zeigt meist, und ferner das Holz von *Guarea trichilioides* Sw. immer eine schöne Horizontalreihung der Markstrahlen. Ich habe nur das Holz von *Swietenia Mahagoni* L. näher untersucht. Das von *Swietenia senegalensis* Desv. zeigt keine Etagenbildung.

Nicht überall tritt beim echten Mahagoni die etagenartige Anordnung deutlich hervor. Oft ist sie höchst auffallend, oft gar nicht ausgebildet. Wo sie auftritt, zeigen die Etagen eine Höhe von $^1/_2$ bis $^1/_3$ Mm. Die Markstrahlen entstehen aus einer bis mehr

Cambiumzellen und sind daher sehr verschieden gross, 1—5, meist 2 oder 3 Zellen breit und 4—20, meist 10—15 Zellen hoch.

Oft vereinigen sich auch zwei senkrecht über einander stehende Markstrahlen. Wo die Etagen regelmässig entwickelt sind, ist ihre Coincidenz mit den Gefässgliedern zweifellos. Die ziemlich weitlumigen, gefächerten Libriformfasern zeigen keine Regelmässigkeit in der Anordnung ihrer Poren. Die Cedrelacee

Chloroxylon Swietenia D. C.,

die das Atlas-, oder ostindische Satinholz liefert, besitzt sehr regelmässige Markstrahlstockwerke, von $^1/_3$ Mm. Höhe und hie und da auch eine deutliche Schichtenanordnung der Poren der Libriformfasern. Die Correspondenz mit den Gefässen ist sehr deutlich wahrzunehmen. Die Markstrahlen sind 1—5 (meist 3 oder 4) Zellen breit und 8—20 (meist 13) Zellen hoch.

VI. Zygophylleen.

Die beiden aus dieser merkwürdigen Familie mir zur Verfügung stehenden Hölzer, das Pock- oder Guajakholz von *Guajacum officinale* L. und das Chili-Guajakholz von *Porliera hygrometrica* R. und P. zeigen einen sehr ähnlichen Bau, eine sehr feine und regelmässige Markstrahlenetagirung, aber ganz unregelmässig vertheilte Tracheidenporen. Die Tracheiden des Pockholzes sind faserähnlich, dickwandig, ganz mit schwachbehöften Hoftüpfeln bedeckt und bilden die feste Grundmasse des Holzes. Die grossen, bis 200 μ weiten Gefässe stehen fast immer vereinzelt. Die stets einreihigen und meist 5 Zellen hohen Markstrahlen sind in regelmässigen Horizontalreihen geordnet, in denen sie sehr dicht (pro 5 Mm. zu 115) stehen und die circa 90 μ von einander abstehen. Man sieht daher die Querstreifung des Holzes erst mit der Loupe deutlich. Das Parenchym ist sehr spärlich und tritt theils in einreihigen Strängen, theils um die Gefässe auf.

Porliera hygrometrica R. und P. hat kleinere Gefässe (bis 100 weit), fast immer einreihige Markstrahlen, die etwas weniger dicht stehen (pro 5 Mm. 100), und in 90—100 μ hohen Etagen angeordnet sind.

VII. Bignoniaceen.

Aus dieser Familie fand ich drei Hölzer mit regelmässig geordneten Markstrahlen: *Bignonia brasiliana* Lam., *B. chrysantha* und *Tecoma speciosa* DC., während *Bignomia Catalpa* L. und *Leucoxylon* L. unregelmässig gebaut sind. *Tecoma speciosa*, die ich genauer untersucht habe, zeigt auch eine schichtenweise Anordnung der Tüpfel. Hier ist auch sehr auffallend, wie ich nachträglich auch sonst häufig fand, dass die Tüpfeletagen nicht nur den Gefässquerwänden, sondern auch Querwänden der Parenchymelemente entsprechen, was natürlich überall zutreffen muss. Die Höhe der Etagen beträgt $^1/_4$ Mm. Die fast gleich grossen Markstrahlen sind meist 3 (bis 4) Zellen breit und 8—12 Zellen hoch. Die Libriformelemente sind sehr dickwandig, mit schönen, im Tangentialschnitte glockenförmig erweiterten Porencanälen, die stellenweise fast nur in den Porenetagen auftreten.

VIII. Simarubaceen.

Während das Surinamquassiaholz (*Quassia amara* L. f.) keine Regelmässigkeiten am Tangentialschnitte erkennen lässt, zeigt solche das *Jamaica-Quassia* (*Picrasma excelsa* Lindley) in schönster Weise.

Zu den Beschreibungen von Flückiger, Vogl[1] und Wigand habe ich nur wenig hinzuzufügen. Die Markstrahletagen sind $^1/_3$ Mm. hoch. Die Correspondenz derselben mit den Parenchymelementen und den Gefässgliedern ist sehr auffallend und leicht constatirbar. Da die Libriformelemente dünnwandig sind, so tritt eine regelmässige Tüpfelanordnung am Tangentialschnitte nicht hervor. Sehr regelmässig ist hier die Abwechslung der schmalen und breiten Radialreihen in der Libriformgrundmasse entwickelt.

Ein als *Bittera febrifuga* bezeichnetes Holz aus dieser Familie ist anscheinend identisch mit *Picrasma excelsa*.

---

[1] Zur näheren histologisch vergleich. Kenntniss des Bitterholzes. Verh. d. zool.-bot. Gesellsch. in Wien (1864) 515 ff.

IX. Büttneriaceen.

Pterospermum suberifolium Lam. zeigt eine stockwerkartige Anordnung der Markstrahlen, die makroskopisch zwar deutlich hervortritt, unter dem Mikroskope aber wegen der gleichen rothbraunen Inhaltsbeschaffenheit von Markstrahlen und Parenchym, und da letzteres sehr zerstreut ist, kaum hervortritt. Dazu kommt noch der Umstand, dass in den Markstrahlen viele krystallführende Zellen vorkommen, die so wie das Strangparenchym axial gestreckt sind. Die Markstrahlen sind ungleich gross, 1—3reihig. Häufig verschmelzen senkrecht übereinander stehende. Etagenhöhe $^1/_4$ Mm.

X. Malvaceen.

Thespesia populnea Corr. ist ganz ähnlich wie *Pterospermum* gebaut, was das Holz anlangt. Nur tritt hier das Parenchym, welches ebenfalls ziemlich gleichmässig zerstreut ist, noch mehr zurück. Sehr charakteristisch für dieses Holz sind die kurzen, tangentialen Reihen von seitlich stark zusammengepressten Gefässen. Es stehen 2—10 und mehr Gefässe in einer solchen Reihe. Daneben gibt es aber auch anders angeordnete. Ferner sind in diesem Holze viele Secretschläuche mit orangegelbem (harzigen?) Inhalt, der im trockenen Holze homogen ist und das ganze Lumen ausfüllt. Sie stehen in den Strängen und den Markstrahlen vereinzelt oder in kurzen Reihen. Die Reihenanordnung der Markstrahlen tritt mit der Loupe schärfer als unter dem Mikroskope hervor. Letztere sind 2—3 Zellen breit und 5—10 hoch. Die Etagenhöhe beträgt $^1/_4$ Mm.

XI. Ebenaceen.

Zu der Beschreibung des Holzes von *Diospyros virginiana* L. von Molisch[1] habe ich nur hinzuzufügen, dass die 1—2reihigen und 2—14 Zellen hohen Markstrahlen in horizontalen Reihen angeordnet sind, welche genau den Gefässgliedern entsprechen. Die Anordnung ist zwar nicht sehr auffallend aber immer deutlich. Die Etagenhöhe beträgt $^2/_5$ bis $^1/_3$ Mm.

---

[1] Vergl. Anat. d. Holzes d. Ebenac. u. ihrer Verwandten. Sitzb. d. k. A. d. W. 1879. 80. Bd.

Von einer regelmässigen Anordnung der Libriformporen ist ebensowenig wie bei den beiden vorherigen Hölzern etwas zu bemerken.[1]

An anderen Ebenaceenhölzern sah ich keine Etagenbildung.

XII. Rosaceen.

Das Ficatin- oder Königsholz von *Ferolia guyanensis* Aubl. zeigt ebenfalls einen etagenförmigen Aufbau. Die Höhe der Markstrahlstockwerke beträgt $^1/_7$ Mm., die Markstrahlen sind 1—2 Zellen breit und 4—8 hoch. Eine Tüpfelanordnung in Reihen konnte nicht constatirt werden.

XIII. Sapindaceen.

Das Holz von *Sapindus senegalensis* Poir. ist vor allen andern bisher besprochenen dadurch ausgezeichnet, dass es sehr verschieden grosse, ganz unregelmässig vertheilte Markstrahlen besitzt, während am Tangential- wie am Radialschnitte eine sehr auffallende und regelmässige Schichtenanordnung der Tüpfel der Grundmasse des Holzes von faserförmigen Tracheiden hervortritt.

Betrachtet man das Holz mit der Loupe am Tangentialschnitte, so sieht man die ungleich vertheilten Markstrahlen und ferner feine, gelblichweisse Horizontallinien, die circa $^1/_5$ Mm. weit von einander abstehen. Diese Querlinien rühren von den Porencanälen her.

Die faserartigen Tracheiden sind in der Mitte etwas ausgebaucht und gehen in schmälere Enden mehr weniger plötzlich über. Die schwach behöften Tüpfel derselben finden sich hauptsächlich an zwei Stellen, nämlich dort, wo der breitere Mitteltheil in die schmäleren Endtheile übergeht. Diese beiden Stellen sind 180—200 μ weit von einander entfernt. Die Gefässe sind sehr verschieden gross und meist von Parenchym umgeben. Sie haben 180—200 μ lange Glieder, deren Querwände genau in den Ebenen liegen, in welchen sich die Tracheidentüpfel befinden.

---

[1] Die Bestimmung der drei letztbehandelten Hölzer ist zweifellos richtig. Ich habe überhaupt solche Hölzer, bei welchen ich bezüglich der Richtigkeit ihrer Bestimmung irgend welchen Zweifel hegen konnte, nicht berücksichtigt.

Da an dem untersuchten Holzstücke noch Cambium und Rinde zu finden waren, konnte ich mich davon überzeugen, dass die Cambiumzellen in Horizontalreihen angeordnet sind, die 180—200 μ breit sind, und dass die Bäuche der Fasertracheiden dem Mitteltheile der Cambiumzellen entsprechen. Die schmalen Enden der Tracheiden entstehen daher nur durch Wachsthum oder Streckung der Enden der Cambiumzellen.

Der Holzquerschnitt zeigt, dass die Tracheiden meist in schönen Radialreihen geordnet sind, von welchen breite und schmale mit einander abwechseln. Die schmäleren Querschnitte entsprechen den Tracheidenenden, welche auf den Radialseiten, wo sie sich dem Bau des Cambiums nach finden, bleiben, weil daselbst der Druck am geringsten ist, und sich eine verlängerte Zelle naturgemäss dorthin wenden muss, wo der auf sie lastende Druck am geringsten ist. Da die Cambiumzellen etagenartig angeordnet sind, so müssen auch die Tracheiden und Gefässglieder und das Parenchym in horizontalen Schichten von der Höhe der Cambiumreihen liegen, was in der That der Fall ist.

Die Markstrahlen sind 1—10reihig und 1 bis über 100 Zellen hoch; sie entstehen aus einer bis mehreren Cambiumzellen, und daher kann der regelmässige Bau des Holzes an den Markstrahlen nicht hervortreten.

Ausser bei den besprochenen Hölzern habe ich den etagenförmigen Aufbau des Holzkörpers noch bei einer ganzen Reihe anderer tropischer Hölzer gefunden, welche jedoch botanisch nicht oder unsicher bestimmt waren. Im Ganzen sind mir über 80 Hölzer mit reihenförmig angeordneten Markstrahlen untergekommen. Die meisten derselben waren anscheinend Caesalpinieenhölzer.

Zusammenfassung.

Fasst man die Ergebnisse der Untersuchung zusammen, so erhält man etwa folgende Punkte.

1. Es gibt Holzcambien, deren Elemente nicht blos radial, sondern auch tangential gereiht sind. Diese Tangentialreihung mag manchmal eine Folge der Vermehrung der Cambiumzellen in

tangentialer Richtung, also durch Auftreten von radialen Scheidewänden, sein. Da mir aber nur wenige Centimeter dicke Stammstücke von *Caesalpinia*-Arten schon eine deutliche Tangentialreihung zeigten, so ist es wahrscheinlich, dass bei vielen Pflanzen die Cambiumzellen schon ursprünglich eine horizontale Reihung aufweisen.

2. Die Folge davon ist, dass das ganze Holz, d. h. alle Elemente aus sich mehr weniger weit erstreckenden Horizontalschichten aufgebaut ist.

3. Jede Schichte hat die Höhe eines Gefässgliedes oder einer gefässartigen Tracheide, oder einer Parenchymersatzfaser.

4. Die faserförmigen Tracheiden lassen bei den in Rede stehenden Hölzern in allen untersuchten Fällen (*Pterocarpus, Sapindus, Picrasma* etc.) einen mittleren breiten Theil, der seiner Länge nach einer Cambiumzelle entspricht, und deutlich davon abgesetzte schmälere Enden erkennen, die durch Spitzenwachsthum entstanden sind.

5. Durch die schmäleren Enden wird die Verzapfung der einzelnen Schichten, aus welchen der Holzkörper aufgebaut ist, bewirkt; sie haben daher in erster Linie eine mechanische Bedeutung und daher keine oder spärliche Poren oder Tüpfel.

6. Da die Stoffleitung (und zwar hauptsächlich die Wasserleitung) vornehmlich in axialer Richtung vor sich geht, so finden sich sehr häufig die Poren an den Fasern und faserförmigen Tracheiden, die zugleich die Grundmasse der betreffenden Hölzer bilden, fast nur oder doch vorzugsweise an den Enden des mittleren breiteren Theiles der Tracheiden oder Fasern. Sie sind dann in horizontalen Reihen oder Schichten, oft *(Bocoa, Inga, Sapindus)* äusserst regelmässig angeordnet. Die Porenreihen müssen naturgemäss genau in denselben Querschnitten wie die Gefässquerwände liegen, denen sie ja auch analog sind. Der Mitteltheil der Fasertracheiden hat daher in vielen Fällen eine andere physiologische Bedeutung als die Enden. Er dient der Wasserleitung, während die Enden mechanisch wirksam sind.

7. Wenn die Markstrahlen sämmtlich gleich gross sind, und jeder aus einer einzigen Cambiumzelle hervorgeht, oder aus einem Abschnitte einer solchen, so erscheinen sie, falls das Cam-

bium eine Horizontalreihung der Elemente aufweist, in horizontalen Etagen geordnet. Diese Etagen entsprechen natürlich genau den Gefässgliedern und wechseln mit den eventuell vorhandenen Tüpfeletagen ab. Ihre Höhe schwankt von $^1/_2$ *(Swietenia)* bis $^1/_{11}$ Mm. *(Guajacum officinale)*.

8. Die horizontale Reihung der Tüpfel hat mit der der Markstrahlen insoferne nichts zu thun, als zwar beide neben einander vorkommen können (*Bocoa*, *Inga*, *Pterocarpus*, *Tecoma speciosa* etc.), es aber auch Fälle gibt, wo die Tüpfel regelmässige Schichten bilden, während die Markstrahlen unregelmässig angeordnet sind *(Sapindus senegalensis*, *Tamarindus indica)* oder umgekehrt *(Guajacum*, *Porliera)*.

9. Nachdem die Enden der Cambiumzellen meisselartig zugeschärft sind, und die obere und untere Kante derselben radial gerichtet sind, nachdem ferner der Druck in der Rinde und daher auch im Cambium in radialer Richtung am grössten ist, so bleiben die auswachsenden Enden der Jungholzelemente meist an den Radialseiten der oben und unten angrenzenden Elemente. Man findet daher in Libriform- oder Tracheidenmassen die schmalen Querschnitte häufig in radialen, meist mehr weniger unterbrochenen Reihen angeordnet; man findet sie daher fast nie ausserhalb oder innerhalb eines breiten Querschnitts, sondern immer seitlich davon. Das Abwechseln schmaler und breiter Radialreihen im Querschnitte muss natürlicher Weise bei Hölzern mit horizontal gereihten Elementen am deutlichsten sein. Es hängt wahrscheinlichst auch mit dem Umstande zusammen, dass die Radialwände in der Cambialregion sehr dick und weich sind, während die Tangentialwände dünn sind, so dass sich erstere fast so wie mit gelatinöser Masse erfüllte Interzellularräume verhalten, in die die Enden hineinwachsen.

10. Die besprochenen Erscheinungen wurden bei etwa 35 Gattungen aus 13 Familien beobachtet. Kein mitteleuropäisches Holz zeigt dieselben, und von Hölzern aus der gemässigten Zone besitzt nur *Diospyros virginiana* horizontalgereihte Markstrahlen.

11. Für manche Familie ist die etagenförmige Anordnung der Markstrahlen ziemlich charakteristisch. So für die Caesalpinieen und Zygophylleen. Doch kommen oft in einer und derselben

Gattung grosse Verschiedenheiten vor. So bei *Caesalpinia*, *Swietenia*, *Acacia* u. A. Ja oft zeigt dasselbe Holz stellenweise Etagenaufbau und stellenweise wieder nicht. So *Swietenia Mahagoni*, *Caesalpinia*-Arten u. A.

12. Hölzer mit etagenförmigem Aufbau lassen am Tangentialschnitte schon mit freiem Auge *(Pterocarpus, Swietenia, Picrasma)* oder mit einer Loupe *(Guajacum, Porliera)* eine feine Querstreifung erkennen, die höchst gleichmässig ist, und entweder von den Markstrahlen (fast immer), oder von diesen und den Tüpfeln *(Bocoa provacensis)*, oder nur von den letzteren herrührt *(Sapindus senegalensis)*.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIX. Band. II. Heft.

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

V. SITZUNG VOM 7. FEBRUAR 1884.

Das c. M. Herr Prof. H. Durège übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. Otto Biermann, Privatdocent an der deutschen Universität in Prag, betitelt: „Beitrag zur Theorie der eindeutigen analytischen Functionen mehrerer Veränderlichen.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über das Morin“, Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der technischen Hochschule in Wien, von den Herren Dr. R. Benedikt und K. Hazura.
2. „Über den Mechanismus der Gravitation und des Beharrungsvermögens“, von Herrn Dr. J. Odstrčil, Professor am vereinigten Obergymnasium in Teschen.
3. „Über das formelle Bildungsgesetz der Coëfficienten der Quotienten zweier Potenzreihen,“ von Herrn O. Ježek, Assistent an der böhmischen technischen Hochschule in Prag.

Ferner legt der Secretär ein von Herrn Oskar Bolza in Berlin behufs Wahrung der Priorität eingesendetes versiegeltes Schreiben vor. Dasselbe trägt die Aufschrift: „Festina lente.“

Über Ansuchen des Herrn Dr. E. Goldstein in Berlin wird ein in der Sitzung dieser Classe vom 20. Juli 1882 behufs Wahrung seiner Priorität vorgelegtes versiegeltes Schreiben eröffnet, welches zwei Mittheilungen enthielt:

I. „Über den Einfluss leitender Flächen innerhalb der zweiten Schicht des Kathodenlichtes Geissler'scher Röhren.“

II. Über Figuren auf Kathoden Geissler'scher Röhren.“

Das c. M. Herr Prof. Sigm. Exner überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Innervation des Kehlkopfes“.

An Druckschriften wurden vorgelegt.

Academia, Real de Bellas Artes de San Fernando: Boletin. Año IV. 1884. Enero. Madrid; 8°.

Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. VI. Binds, 1.—4. Hefte. Christiania, 1881—1882; 8°. — VII. Binds, 1.—4. Hefte. Christiania, 1882; 8°. — VIII. Binds, 1. & 2. Hefte. Christiania, 1883; 8°.

Bodsfaengslets Virksomked: Beretning i Aarene 1878—1882. Christiania, 1879—1883; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Österreichische Statistik. IV. Band, 3. u. 4. Heft. Waarenausfuhr und Waarendurchfuhr aus dem allgemeinen österreichisch-ungarischen Zollgebiete im Jahre 1882. Wien, 1883; gr. 4°.

— — Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XXVI. Band, IV. Heft. Wien, 1883; 8°.

Chemiker-Zeitung: Centralorgan. Jahrgang VIII. Nr. 5, 6 u. 7. Cöthen, 1884; 4°.

Christiania, Universität: Programme aus den Jahren 1872, 1879, 1880 bis incl. 1883; 4° u. 8°. 15 Stücke.

— — Aarsberetning for Aarene 1878—1882. Christiania, 1879 bis 1883; 8°.

— — Fortegnelse over den Tilvaext, som det Kgl. Frederiks Universitets Bibliothek har erholdt i Aarene 1880—1881. Christiania, 1883; 4°.

— — Norske Rigsregistranter Tildeels i Uddrag. VII. Binds, andet Hefte. 1637—1640. Christiania, 1880; 8°. — VIII. Binds, første Hefte. Christiania, 1882; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVIII. No. 3. Paris, 1884; 4°.

Dähne, A.: Die Stabilität der Drehachse. Metz, 1884; 8°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XVII. Jahrgang. Nr. 1. Berlin, 1884; 8°.

Gesellschaft, naturwissenschaftliche, „Isis“ in Dresden: Abhandlungen. 1883, Dresden; 8°.

— der Wissenschaften in Christiania: Forhandlinger. Aarene 1881 & 1882. Christiania, 1882 & 1883; 8°.

Institut, norwegisches meteorologisches: Jahrbuch für 1877 bis 1882. Christiania; Folio.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. XIII. Band, Heft 3. Jahrgang 1881. Berlin, 1884; 8°.

Johns Hopkins University Circulars. Vol. VIII. Nr. 28. Baltimore, 1884; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien; Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1883; 6. (Schluss-) Heft. Wien, 1883; 8°.

Nature. Vol. XXIX, No. 744. London, 1884; 8°.

North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers: Transactions. Vol. XXXIII. Part II. Newcastle-upon-Tyne, 1884; 8°.

Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. 24de Binds 4de Hefte. Christiania, 1879; 8°. — 25de Binds, 1ste—4de Hefte. Christiania, 1880; 8°. — 26de Binds, 1ste—4de Hefte. Christiania, 1881; 8°. — 27de Binds, 1ste—3de Hefte. Christiana, 1883; 8°. — 28de Binds, 1ste Hefte. Christiania, 1883; 8°.

Observatory, the astronomical of Harward College: 38th Annual Report of the Director. Cambridge, 1884; 8°.

— the: A monthly review of Astronomy. No. 82, London, 1884; 8°.

Osservatorio centrale del Real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino mensuale. Ser. II. Vol. III. Nr. IX. Settembre 1883. Torino, 1883; 4°.

Smithsonian Institution: Annual Report of the Board of Regents for the year 1881. Washington, 1883; 8°.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 36e année, 4e série, 11e cahier. Paris, 1883; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1883, No. 2. Moscou, 1883; 8°.

Société géologique de Belgique: Annales. Tome IX. 1881—1882. Berlin, Liége, Paris, 1881—1882; 8°.

Society, the Royal astronomical: Monthly Notices. Vol. XLIV. No. 2. December 1883. London; 8°.

Tischner, August: Sta, Sol, ne moveare. Leipzig, 1882; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für Naturwissenschaften. IV. Folge, II. Band, 5. Heft. Halle a. S., 1883; 8°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. V. Jahrgang. Nr. 4. Wien, 1884; 4°.

VI. SITZUNG VOM 14. FEBRUAR 1884.

In Verhinderung des Vicepräsidenten führt Herr Hofrath Dr. Petzval den Vorsitz.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe, Herrn Dr. Julius Schmidt, Directors der königl. Sternwarte in Athen.

Die anwesenden Mitglieder bezeigen ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen.

Das k. k. Obersthofmeisteramt dankt mit Schreiben vom 7. Februar d. J. für die namhafte Bereicherung der kaiserlichen Sammlungen durch Überlassung der Fundobjecte aus den durch die prähistorische Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1883 veranlassten Ausgrabungen in mehreren Kronländern der diesseitigen Reichshälfte.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering in Prag übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XV. Mittheilung. Über positive Nachschwankung des Nervenstromes nach elektrischer Reizung.“

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. L. Boltzmann übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. Ign. Klemenčič, Privatdocent und Assistent an der Universität in Graz, betitelt: „Untersuchungen über das Verhältniss zwischen dem elektrostatischen und elektromagnetischen Maasssystem.“ I.

Herr S. Kantor, Privatdocent an der deutschen Universität in Prag, ersucht, dass ihm das in der Sitzung dieser Classe vom 1. März 1883 behufs Wahrung seiner Priorität vorgelegte versiegelte Schreiben zurückgestellt werde.

Das w. M. Herr Hofrath v. Hochstetter überreicht den „siebenten Bericht der prähistorischen Commission über die Arbeiten derselben im Jahre 1883.“

Das w. M. Herr Prof. Wiesner überreicht eine im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität von Herrn Rich. v. Wettstein ausgeführte Arbeit, welche den Titel führt: „Untersuchungen über die Wachsthumsgesetze der Pflanzenorgane. Zweite Reihe: Wurzeln.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Romana: Espositiunea de la München din anulŭ 1882 de E. M. Bacaloglo. Bucuresci, 1883; 4°.

— — Dare de Sémă asupra Congressului alŭ patrulea internaţionalŭ de Igienă tinutŭ la Gfneva in luna Septembrie 1882; de Dr. Felix. Bucuresci, 1883; 4°.

— — Prophylaxia Pelagrei de Dr. L. Felix. Bucuresci, 1882; 4°.

— — Consideraţiuni relative la studiulu esperimentalŭ alŭ Miscării apeĭ în canale descoperite şi la Constituţionea intimă a fluidelorŭ de Dr. Spiru Haretu. Bucuresci, 1883; 4°.

— — Consideraţiuni geologice asupra Albieĭ Dâmbroviţei şe Meteoritulŭ de la Moci în Transilvania de Grigorie Stefănescu. Bucuresci, 1883; 4°.

— — Notiunĭ generale despre Industria pigmentelorŭ de Depinsŭ de Nicolae Teclu. Bucuresci, 1883; 4°.

Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Mémoires Tome XXI. No. 10. St. Pétersbourg, 1883; 4°.

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents. 5ᵉ année, 6ᵉ série, 12ᵉ cahier. Paris, 1883; 8°.

Anstalt, k. u. geologische: Jahresbericht für 1882. Budapest, 1883; 8°.

— — Mittheilungen aus dem Jahrbuche. VI. Band. 7., 8., 9. u. 10. Heft. Budapest, 1883; 8°.

— — Zeitschrift. XIII. Band, 7.—12. Heft. Budapest, 1883; 8°.

Apotheker-Verein, allgemeiner österreichischer: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XXII. Jahrgang. Nr. 4 und 5. Wien, 1884; 8°.

Archivio per le scienze mediche. Vol. VII. Fascicolo 3. Torino, 1884; 8°.

Astor Library: 34th annual Report of the Trustees for the year 1882. New-York, 1883; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3e période. Tome XI. No. 1. Genève, Lausanne, Paris, 1884; 8°.

Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, königlich ungarische: Jahrbücher. X. Band, Jahrgang 1880. Budapest, 1883; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVIII. No. 4. Paris, 1884; 4°.

Gesellschaft, königlich bayerische, botanische, „Flora". N. R. 41. Jahrgang. Regensburg, 1883; 8°.

— k. k. der Ärzte: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1883. III. und IV. Heft. Wien, 1883; 8°.

— österreichische für Meteorologie: Zeitschrift. XIX. Band. Februar-Heft 1884. Wien; 8°.

— österreichische, zur Förderung der chemischen Industrie: Berichte. V. Jahrgang. Nr. IV. Prag, 1883; 4°.

Gewerbe-Verein, niederösterr.: Wochenschrift. XLV. Jahrgang. Nr. 5 und 6. Wien, 1884; 4°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Verhandlungen. 1882/3. 70 Stücke. 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IX. Jahrgang. Nr. 5 und 6. Wien, 1884; 4°.

— — Zeitschrift. XXXV. Jahrgang. VI. Heft. Wien, 1883; Folio.

Institute, the anthropological of Great Britain and Ireland: The Journal. Vol. XIII. No. 3. London, 1884; 8°.

Journal, American chemical. Vol. V. No. 6. Baltimore, 1883; 8°.

— für praktische Chemie. N. F. Band 29. Nr. 1. Leipzig, 1884; 8°.

Kiew, Universität: Universitäts-Nachrichten. XXIII. Band, Nr. 11 und 12. Kiew, 1883; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1884. 1. Heft. Wien, 1884; 8°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 28e année, 3e série, tome XIV, 506e livraison. Fevrier 1884, Paris; 4°.

Museum of comparative Zoology at Harvard College: Bulletin. Vol. XI, Nos. 5 and 6. Cambridge, 1883; 8°.

Nature. Vol. XXIX. No. 745. London, 1884; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 1. Wien, 1884; 8°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Vol. XII. Dispensa 12a. Roma, 1884; 4°.

Société philomathique de Paris: Bulletin. 7e série, tome VIII. No. 1. Paris, 1884; 8°.

Verein, naturforschender in Brünn: Verhandlungen. XXI. Band, 1. und 2. Heft. Brünn, 1883; 8°.

— der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 37. Jahr. Güstrow, 1883; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 5 und 6. Wien, 1884; 4°.

Untersuchungen über die Wachsthumsgesetze der Pflanzenorgane.

II. Reihe. Wurzeln. [1]

Von **Richard v. Wettstein.**

(Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität. XXVI.)

Einleitung.

Die Wachsthumsweise der Wurzel ist, in Folge der grundlegenden Arbeiten Du Hamel's und Ohlert's, auf die ich später noch eingehender zurückkommen werde, in ihren wichtigsten Punkten bereits lange richtig erkannt. Spätere Arbeiten haben unsere Kenntnisse in mancher Beziehung ergänzt. Dies und der Umstand, dass die Wurzeln im Vergleiche zu den andern Organen der Pflanze ein sehr einheitliches Verhalten darbieten, sind Ursachen, wesshalb das Wachsthum derselben unter allen Pflanzenorganen relativ am besten gekannt ist. Nichts destoweniger erschien eine neuerliche Prüfung dieses Gegenstandes nicht unnöthig, umsomehr, als es an vollständigen Untersuchungen über den zeitlichen und räumlichen Verlauf des Wachsthums, sowie über die in den anatomischen Verhältnissen gelegenen Ursachen jener Erscheinungen bisher fehlte. Hiemit ist auch die Fragestellung skizzirt, von der ich mich bei der vorliegenden Untersuchung leiten liess.

[1] I. Reihe: Nutirende Internodien. Unter Mitwirkung von R. v. Wettstein, ausgeführt von J. Wiesner. Sitzb. der k. Akad. d. Wissensch. LXXXVIII. Bd. 1883.

Diese Arbeit wurde im pflanzenphysiologischen Institute der Universität ausgeführt und es sei mir hier gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. J. Wiesner für die Anregung und thatkräftige Unterstützung bei der Durchführung dieser Untersuchung meinen ergebensten Dank abzustatten.

Bevor ich zur Darlegung meiner Beobachtungen und der sich daraus ergebenden Resultate schreite, will ich in kurzen Zügen eine Schilderung der historischen Entwicklung unserer Kenntnisse über das Wachsthum der Wurzel geben.

Die älteren Botaniker wussten von dem Wachsthume der Wurzel nichts anzugeben, als dass dieselbe nach unten wachse. Sie unterschieden sie dadurch vom Stengel, der nach oben wachse. [1]

Die ersten Beobachtungen über das Wurzelwachsthum finden wir in der „Naturgeschichte der Bäume“ von Du Hamel du Monceau. [2] Er wendete die Markirung der Wurzeln durch eingesteckte feine Silberdrähte oder farbige Firnisspunkte an und fand, dass die Wurzeln blos an ihren Enden sich verlängern und die Länge der wachsenden Region 2—3 Linien beträgt. Er erklärte auf diese Weise auch, „warum sowohl die holzigen, als die weichen Wurzeln sich nicht mehr verlängern, sobald nur 3—4 Linien lang von ihren Enden abgeschnitten wird.“ (l. c.)

Die Beobachtungen Du Hamel's blieben lange Zeit die einzigen, die über das Wachsthum der Wurzel angestellt wurden die meisten Physiologen citirten sie, ohne sie zu wiederholen. Einen Rückschritt bedeutet es eher, wenn Link sagt: [3] „In die Länge wächst die Wurzel, wie alle organischen Körper, überall werden nämlich neue Theilchen eingeschoben.“ Er fügt allerdings, den Versuchen Du Hamel's Rechnung tragend hinzu,

---

[1] Vergl. z. B. Willdenow, Kräuterbuch §. 10, Nees v. Esenbeck, Handbuch der Botanik. I. p. 138 u. a.

[2] „Naturgeschichte der Bäume,“ deutsche Übersetzung der Physique des arbres (1758) d. Schöllenbach. Nürnberg 1764. I. Bd. p. 105.

[3] H. F. Link, Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 1807, p. 131.

dass dies häufiger gegen die Spitze geschehe, „wo alles jünger, weicher und ausdehnsamer ist.“

Eine ähnliche Ansicht bildete sich E. Meyer,[1] der Du Hamel's Experimente mit gleichen Resultaten wiederholte, jedoch dazu bemerkte, dass daraus noch nicht folge, dass der ganzen Wurzel das Vermögen, sich zu strecken, abgehe.

Erst 80 Jahre nach dem Erscheinen des Werkes Du Hamel's wurde ein neuer Schritt zur Erweiterung der einschlägigen Kenntnisse gethan. Es geschah dies durch die bekannte Arbeit E. Ohlert's.[2] Ohne Kenntniss der Arbeiten früherer Forscher unternahm er selbständige Beobachtungen über das Wachsthum der Wurzel. Die von ihm hiebei angewendete Methode ist die dem Wesen nach noch heute gebräuchliche; sie bestand in dem Markiren mittels farbiger Punkte. Er verbesserte dadurch die Methode Du Hamel's, indem er Verletzungen der Wurzel vermied. Ohlert war der erste, der die Wachsthumsweise der Wurzel naturgemässer darstellte, er fand (v.l.c.p.617): „dass die einmal gebildete Wurzelfaser sich in ihrem Innern nicht mehr verlängert, dass auch die Spitze nicht neu erzeugt wird, dass aber das Wachsthum in die Länge in der Art vor sich geht, dass an einer Stelle, etwa $^1/_2$ Linie über der äussersten Spitze stets neue Materie eingeschoben wird.“

Obwohl nähere Angaben Ohlert's fehlen, ist es doch nach der Art und Weise der Versuchsanstellung sicher, dass ihm blos Hauptwurzeln zu seinen Versuchen dienten.

Eine Ergänzung seiner Beobachtungen ist daher die Angabe Link's,[3] dass auch Nebenwurzeln, und zwar solche von *Hyacinthus*, das gleiche Verhalten zeigen, nämlich sich blos in einer der Spitze nahe liegenden Zone zu verlängern.

Auf die Entdeckungen Ohlert's und Link's stützte sich Wigand,[4] der den anatomischen Bau der Wurzel zur Erklärung und theilweise zur Auffindung des Wachsthumes derselben heran-

---

[1] E. Meyer, Die Metamorphose der Pflanze und ihre Widersacher. Linnaea. VII. Bd. 1832. p. 401. ff.

[2] E. Ohlert, Einige Bemerkungen über die Wurzelzasern der höheren Pflanzen. Linnaea. XI. Bd. 1837. p. 609. ff.

[3] Link in den Verhandl. des preuss. Gartenbau-Vereines. 1850.

[4] A. Wigand, Botanische Untersuchungen. 1854, p. 156 ff.

zuziehen trachtete. Er ging dabei von der zum Theile richtigen Beobachtung aus, dass die Zellen von der Spitze der Wurzel gegen die Ursprungsstelle hin an Grösse stetig abnehmen und dass Zellbildung blos in dem der Spitze zunächst gelegenen Theile stattfinde. Dieser Umstand verleitete ihn aber zu der ganz irrigen Ansicht, dass auch das stärkste Wachsthum an der Spitze stattfinden müsse (l. c. p. 159). Dies bestätigten ihm auch eigene Versuche mit *Pisum sativum*. Die widersprechenden Resultate seiner Vorgänger trachtete er dahin zu erklären, dass die ersten Marken bei ihren Versuchen die Wurzelhaube trafen, daher scheinbar die Wurzelspitze am Wachsthum nicht betheiligt sei.

Später wurden die Angaben Ohlert's auch durch Schleiden bestätigt [1]. Er widmete sich besonders den Vorgängen der Zellvermehrung an der Wurzelspitze. So beobachtete er, dass unmittelbar über derselben neue Zellen gebildet werden, von denen stets ein Theil sich nach dem Wurzelhals zu lagere, während der andere die Mutterzellen der nun folgenden Zellengenerationen bilde.

Ferner wurde von Hofmeister [2] die Richtigkeit der Ohlert'schen Resultate sichergestellt, der ebenfalls nachwies, dass die Wurzelspitze am Wachsthume nicht theilnehme. Seine Untersuchungen enthalten auch mehrere Beobachtungen über die Länge der wachsenden Region. Aus den von Hofmeister mitgetheilten Tabellen ergibt sich für *Vicia sativa* eine solche von 3·5 bis 5 Mm., für *Pisum sativum* von 5·5—7 Mm. Wenn diese Werthe mit später mitzutheilenden nicht genau stimmen, ist dies leicht erklärlich aus der bedeutenden Länge der ursprünglich markirten Zonen. (1·5—4 Mm.)

O. Nicolai [3] bringt in seiner Untersuchung über „Das Wachsthum der Wurzel" ausser genauen anatomischen Studien auch Beobachtungen über die Vorgänge bei der Neubildung von Zellen an der Wurzelspitze. Er behauptet auf Grund seiner

---

[1] M. J. Schleiden, Grundzüge der wissenschaftl. Botanik p. 341.

[2] W. Hofmeister, Über die durch die Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen. Pringsheim. Jahrbuch für wissenschaftl. Botanik. III. Bd. 1863, p. 77 ff.

[3] Schriften der physik.-ökonom. Gesellschaft. Königsberg. VII. Jahrg. 1865, p. 33 ff.

Beobachtungen bei *Elodea*, *Pisum*, *Mais* u. a., dass die Vegetationsspitze der Wurzel nach der einen Seite Elemente der Wurzelhaube, nach der anderen Bestandtheile der Wurzel bilde. Diesen Zellbildungsvorgang hält Nicolai für die Ursache des Wachsthumes und sieht sich durch diese irrthümliche Anschauung verleitet, die Vegetationsspitze mit dem unpassenden Namen des „Wachsthumspunktes" zu belegen.

Einige Messungen über die Länge der wachsenden Region finden sich in Frank's Beiträgen zur Pflanzenphysiologie.[1] Diese Länge beträgt nach ihm bei *Pisum* 1·4—2·4, bei *Linum usitatissimum* 1 Pariser Linie.

Sehr eingehende Untersuchungen über die Wachsthumsgesetze der Wurzeln enthalten zwei Arbeiten N. J. C. Müllers.[2] Zunächst verdienen dieselben schon der angewendeten Methode halber Erwähnung. Die Markirung der Wurzel erfolgte in der bereits von Ohlert angewendeten Weise durch farbige Punkte. Die Wurzeln wurden sodann in Glasgefässen cultivirt, deren Wände ein Coordinatensystem trugen. Die Ablesung der Verschiebung der Punkte erfolgte durch Kathetometer. Über den Verlauf des Wachsthumes stellte Müller zahlreiche Beobachtungen an, deren Resultate zum Theile in Curven graphisch dargestellt wurden. Aus diesen Angaben lässt sich bereits die bis dahin unbekannte Thatsache entnehmen, dass die wachsende Region sich immer mehr der Spitze nähert, je länger der Versuch dauert. Müller selbst drückt dieses Verhältniss aus in dem Satze (l. c. p. 405): „Der Partialzuwachs ist eine stetige Function von λ, wo λ eine Function von der Entfernung des Elementes hinter der Spitze der Wurzel in der Zeit ist." Der unrichtigen Auffassung der Bedeutung der Zelltheilung für das Wachsthum durch Wigand (vergl. oben p. 62) entgegen ergibt sich aus Müller's Untersuchungen, dass die in der Wurzelspitze stattfindende Neubildung von Zellen am Wachsthume direct nicht betheiligt sei. „Der Totalzuwachs, welcher allein durch die Vermehrung der

[1] A. B. Frank, Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Leipzig. 1868. p. 34 ff.

[2] N. J. C. Müller, Vorläufige Notiz über die Wachsthumserscheinungen der Wurzel. Bot. Zeitung. 1869, p. 369 u. 385 ff. — Die Wachsthumserscheinungen der Wurzel. Bot. Zeitung 1871, p. 693, 709 u. 725 ff.

Zellen in der Nähe der Vegetationsspitze erfolgt, ist in einem kleinen Zeitintervall = 0.“ (l. c.)

Einige Angaben über die Länge der wachsenden Region enthalten Th. Ciesielski's Untersuchungen über die Abwärtskrümmung der Wurzel.[1] Ciesielski bestätigt die bereits erwähnten Beobachtungen Hofmeisters und fand die wachsende Region der Wurzel bei *Lens esculenta* 3·5 Mm. lang.

Zahlreiche Beobachtungen über die Lage der Zone stärksten Zuwachses, über die Länge des im Wachsthum begriffenen Wurzelstückes, sowie über die Beeinflussung dieser Verhältnisse durch äussere Factoren, finden sich in einer Abhandlung von J. Sachs.[2] In Bezug auf die Länge der wachsenden Region constatirte er, dass dieselbe bei denselben Arten nicht constant sei und besonders von dem Alter der Wurzel und dem Medium, in welchem die Wurzel cultivirt wird, abhänge. Sachs fand ferner die Lage der am stärksten wachsenden Zone nicht constant, da dieselbe während längerer Beobachtungsdauer dem Vegetationspunkte sich immer mehr nähere. Seine Beobachtungen bestätigen in dieser Hinsicht vollkommen die bereits oben erwähnten Angaben N. J. C. Müller's. Die Untersuchungen Sachs' erstrecken sich auch auf Nebenwurzeln I. Ordnung, bei denen sich ähnliche Verhältnisse wie bei Hauptwurzeln finden; die Länge der wachsenden Region und die Entfernung der Zone des stärksten Wachsthumes ist bei ersteren im Allgemeinen geringer als bei letzteren. Auf Nebenwurzeln höherer Ordnung konnte die Untersuchung methodischer Schwierigkeiten halber, nicht ausgedehnt werden.

Neuestens hat Molisch,[3] gelegentlich der Untersuchung des Hydrotropismus der Wurzeln, Beobachtungen über die Länge der wachsenden Region von Zea Mais veröffentlicht. Dieselbe beträgt bei einer Temperatur von 16—18° C. 4—6Mm.

Indem wir die hier entworfene Darstellung einer Geschichte des Gegenstands überblicken und dadurch den Stand unserer heutigen Kenntnisse zusammenfassen, sind wir auch in der Lage,

---

[1] F. Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanze. 1875. I. Bd. II. Hft. p. 1.

[2] J. Sachs, Über das Wachsthum der Haupt- und Nebenwurzeln. Arbeiten des Bot. Institutes in Würzburg. I. 1873—74. p. 385 ff. und 584 ff.

[3] H. Molisch, Untersuchungen über den Hydrotropismus. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. LXXXVIII. Bd. 1883, p. 917 ff.

jene Lücken zu erkennen, die noch auszufüllen sind. Daraus ergeben sich von selbst die Fragen, die bereits oben angedeutet wurden. Die Untersuchungen über den Verlauf des Wachsthums, wie sie von Ohlert, Link, Hofmeister und deren Nachfolgern durchgeführt wurden, betrafen meist nur einen kleinen Theil des Wachsthumes, selbst die eingehenderen Forschungen Müller's und Sachs' sind noch nicht im Stande, ein vollständiges Bild zu entwerfen. Den ganzen Wachsthumsverlauf an Haupt- und Nebenwurzeln verfolgende Beobachtungen fehlen noch. Hand in Hand damit müssen natürlich auch Untersuchungen gehen über jene Vorgänge in den Geweben der Wurzel, die sich äusserlich als Wachsthum bemerkbar machen, Vorgänge, die von Wigand und Nicolai richtig beobachtet, aber irrthümlich interpretirt und auch von Hofmeister nur theilweise in ihrer Bedeutung erkannt wurden. Endlich sollen in der folgenden Abhandlung auch Beobachtungen Platz finden, die vielleicht eine Erklärung des Zustandekommens einiger das Wachsthum der Wurzel begleitender Nutationserscheinungen ermöglichen.

Methode.

Zum Zwecke der Durchführung genauer Beobachtungen war es nöthig, die bisher übliche Methode der Markirung durch farbige Punkte in manchen Beziehungen zu verfeinern. Diese Verfeinerung betraf sowohl die Art und Weise des Auftragens der Marken, als auch die Messung der, in Folge des eingetretenen Wachsthumes entstandenen Distanzen. Einige Apparate, wie sie von Herrn Professor Wiesner in der I. Reihe dieser Untersuchungen[1] geschildert wurden, die die Markirung von Stengeln überaus leicht und sicher machen, konnten hier leider nicht angewendet werden, da die zarten Gewebe der jungen Wurzel selbst bei grösster Sorgfalt durch Anwendung der „Theilrädchen" (l. c. p. 20) oder der anderen am angegebenen Orte beschriebenen Apparate, leicht Verletzungen erlitten. Es blieb daher nichts übrig, als die Marken mittels feiner Haarpinsel oder

[1] „Untersuchungen über die Wachsthumsgesetze der Pflanzenorgane" I. Reihe: Nutirende Internodien, Unter Mitwirkung v. R. v. Wettstein ausgef. von J. Wiesner Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. LXXXVIII. Bd. 1883 p. 19 ff.

fein zugespitzter Holzstifte auszuführen. Es lassen sich auf diese Weise bei einiger Übung sehr leicht Marken in Distanzen von 0·1—1 Mm. auftragen. Als Farbmasse wurde Tusch verwendet. Druckerschwärze, die bei Markirung von Stengeln sehr gute Dienste leistet, war hier nicht anzuwenden, da vergleichende Versuche den schädigenden Einfluss der Druckerschwärze auf die Ausbildung der Wurzeln darthaten. In manchen Fällen, bei Verfolgung des Wachsthumsverlaufes während längerer Zeit, stellte sich die Nothwendigkeit heraus, neu entstandene Theile der Wurzel neuerdings mit einer Markirung zu versehen. Ich gebrauchte dann zur Auftragung derselben Carmin oder Berlinerblau, da bei Anwendung dieser Farbstoffe keinerlei ungünstiger Einfluss bemerkbar war. Die dritte Neumarkirung konnte dann wieder mit Tusch vorgenommen werden; so wechselte ich mit der Anwendung der Farben ab.

Die Messung der Markenabstände erfolgte in gleicher Weise, wie sie von Wiesner in der bereits oben citirten Arbeit geschildert wird. Sowohl Glasmikrometer als Federzirkel erwiesen sich als sehr brauchbar, ersteres allein besonders bei Messung kleinerer Distanzen, letzterer in Combination mit dem Glasmikrometer dann, wenn es galt, grössere Entfernungen zu messen. In beiden Fällen war das Resultat auf 0·1 Mm. genau.

Sowohl Markirung als Messung sind in der eben geschilderten Weise leicht durchzuführen bei Culturen im feuchten Raume. Werden die Wurzeln, wie es ja vielfach nothwendig ist, im Wasser oder einem anderen Medium gezogen, so sind einige Vorsichtsmassregeln nöthig. Da die frisch aufgetragenen Marken bald wieder verschwinden würden, ist es von Vortheil, die markirten Wurzeln einige Minuten liegen zu lassen, bis die Marken einigermassen eingetrocknet sind. Ist dies geschehen, so werden die Marken, wenigstens wenn sie mittels Tusch angefertigt wurden, vom Wasser nicht weiter verändert. Sehr wichtig ist es aber, hiebei den Farbstoff möglichst verdünnt anzuwenden und zart aufzutragen, da die Trocknung dickerer Schichten zu lange dauert, als dass hiebei die Wurzel nicht geschädigt würde. Viel schwieriger ist es, nachträglich Markirungen an Wurzeln vorzunehmen, die bereits einige Zeit in Wasser cultivirt wurden. Es empfiehlt sich in diesem Falle, die Wurzeln möglichst rasch

durch Auflegen feinen Filterpapiers abzutrocknen und dann wie neu markirte zu behandeln. Selbst bei grösster Vorsicht ist hiebei der Verlust mancher Wurzel nicht zu vermeiden.

Wenn es nicht galt, die ersten Entwicklungsstadien der Wurzeln des Keimlings zur Beobachtung heranzuziehen, wurden die Samen, nachdem sie 10—24 Stunden im Wasser gequollen, in feucht gehaltenem Sägemehl der Keimung überlassen. Nachdem die Wurzeln hier die erforderliche Länge erreicht hatten, wurden sie erst zum Versuche verwendet. Alle Culturen verliefen, mit Ausnahme jener Fälle, die in der folgenden Darstellung besonders erwähnt sind, im Dunkeln bei einer Temperatur von 18—22° C.

Beobachtungen.

Die folgenden Beobachtungen sollen zur Lösung der Frage beitragen, in welcher Weise das Wachsthum der Haupt- und Nebenwurzeln vom Momente der Keimung an verläuft. Es ist hiebei bemerkenswerth, dass gerade die ersten Stadien des Wachsthums bisher ununtersucht blieben, obwohl gerade diese manches interessante Moment darbieten.

Die Wurzeln wurden sobald sie die Samenschale verliessen, markirt, was nach Wegschneiden des umgebenden Theiles der Testa leicht zu bewerkstelligen war. Sobald die im wachsenden Theile gelegenen Zonen eine bedeutendere Länge erreicht hatten, wurde eine neue Markirung vorgenommen. Hiebei war es in manchen Fällen nicht möglich, die verschiedenen Stufen des Wachsthumsverlaufes an ein und derselben Wurzel zu verfolgen, da die starke Verzerrung der ehemaligen Marken einerseits eine genaue Neumarkirung verhinderte, anderseits bei länger andauernden Versuchen dadurch die Oberfläche der Wurzel mit einer dünnen Farbschichte überzogen wurde, die mehr oder minder störend wirkte.

I. Hauptwurzel.

Pisum sativum.

Cultur im feuchten Raume bei einer Temperatur von 23 bis 24·5° C. Versuch 1—4.

Unter denselben Verhältnissen fünf weitere Versuche mit gleichen Resultaten.

1.

Datum	16.			17.		18.		19.	20.
	October 1883.								
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h M.
Oben (Wurzelhals.)	0·5	**0·7**[1]	0·8	1·6	—	—	—	—	—
	0·5	**0·7**	0·8	3·2	—	—	—	—	—
	0·5	0·6	**0·9**	**4·3**	5·2	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·8	3·0	**5·4**	6·0	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	1·8	3·4	**9·8**	10·0	—	—
	0·5	0.5	0·6	0·9	1·2	7·8	**14·8**	**18·0**	**19.0**
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	1·0	1·2	2·2	3·5
Unten (Spitze)	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5

2.

Datum	16.			17.		18.		19.	20.	21.
	October 1883.									
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h M.	9h M.
Oben.	0·5	**0·8**	1·8	3·0	—	—	—	—	—	—
	0 5	0·7	**2·0**	4·0	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·6	1·5	5·6	6·4	—	—	—	—	—
	0·5	0·5	1·0	**8·5**	**10·0**	—	—	—	—	—
	0·5	0.5	0·6	2·5	6·0	**11·8**	**12·4**	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	1·0	1·2	1·7	6·8	**12·8**	**7·8**	**18·0**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·8	1·5	2·2	8·2	**17·2**

[1] Durch fett gedruckte Ziffern werden die Maximalwerthe kenntlich gemacht. Die Zahlen drücken stets die Länge der Zone, nicht den Zuwachs aus.

3.

Datum	16.			17.		18.		19.	20.	21.
	October 1883.									
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h M.	9h M.
Oben	0·5	**0.9**	—	—	—	—	—	—	—	—
	0·5	**0·9**	1·0	1·2	—	—	—	—	—	—
	0·5	**0·9**	**1·8**	2·4	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·8	1·4	3·2	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·7	1·4	4·6	—	—	—	—	—	—
	0·5	0.5	1·0	**6·6**	6·8	—	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	5·5	**10·2**	**11·4**	**11·4**	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	1·6	4·8	7·4	10·5	**18·0**	**26·4**	**29·0**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·6	0·8	0·8	1·2	1·2	1·4	1·9

4.

Datum	16.			17.		18.		19.	20.	21.
	October 1883.									
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h M.	9h M.
Oben	0·5	0·8	0·9	—	—	—	—	—	—	—
	0·5	**0·9**	1·2	1·5	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·8	1·8	2·5	—	—	—	—	—	—
	0·5	0.7	1·8	2·8	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·6	**2·0**	4·2	—	—	—	—	—	—
	0·5	0.6	**2·0**	**6·6**	7·0	—	—	—	—	—
	0·5	0.5	1·2	6·0	**9·3**	**9 ·8**	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	1·0	3·2	5·5	**13·0**	**18·6**	**22·8**	**23·0**
	0·5	0·5	0·5	0·7	0·7	0·2	0·9	2·2	4·2	14·2
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6

5.

Cultur im feuchten Sägemehl. T. = 16—18° C.
Ein zweiter Versuch lieferte ein übereinstimmendes Resultat.

Datum	16.			17.			18.		19.	20.	21.
	October 1883.										
	9h M.	2h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h M.	9h M.
Oben	0·5	**0·6**	0·6	0·5	—	—	—	—	—	—	—
	0 5	**0·6**	**1·4**	1·4	—	—	—	—	—	—	—
	0·5	**0·6**	0·8	2·6	—	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·7	3·3	3·8	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	**4·8**	**6·4**	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	2·5	5·5	**6·8**	7·2	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	1·2	2·5	5·0	**11·0**	**12.4**	**13·0**	**13·0**	—
	0·5	0·5	0·5	0·7	0·7	1·0	1·4	2·5	4·2	11·5	**16·5**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5

6.

Cultur im feuchten Raume. T. = 23·5—24° C.

Zeit der Beobachtung	12.				13.				14.
	October 1883								
	11h V.M.	3h N.M.	7h A.	11h A.	9h M.	1h N.M.	5h N.M.	9h A.	9h M.
Oben	0·5	**0·7**	0·6	0·6	—	—	—	—	—
	0·5	**0.7**	0·9	1·3	2·1	—	—	—	—
	0·5	**0·7**	1·0	1·4	3·0	—	—	—	—
	0·2	0·6	**1·2**	**1·5**	3·6	—	—	—	—
	0·5	0·6	1·0	1·1	4·5	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·9	0.9	**5·7**	5·9	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	0·7	4·2	1·0[1]	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	0·6	0·7	**1·8**	2·0	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	1·5	**2·2**	2·8	3·5
Unten						**1·2**	1·8	**3·0**	**4·4**
						0·7	0·7	0·8	1·1
						0·5	0·5	0·5	0·5

[1] Die 4·2 Mm. lange Zone wurde neu markirt in drei Zonen à 1 Mm. und eine (die unterste) von 1·2 Mm. Länge.

7.

Cultur im feuchten Raum. T. = 21—23° C. Die Wurzel war bei Beginn des Versuches 35 Mm. lang, das der Spitze zunächst gelegene Stück wurde in zehn Zonen markirt.

Datum	3.					4.					5.		6.		7.
	November														
	10h M.	1h N.M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9h M.	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9 2M.	9h A.	9h M.	9 A.	9h M.
Oben	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	**1·3**	1·5	1·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	**1·3**	**1·6**	**2·0**	2·2	3·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·1	1·2	1·3	**2·3**	**9·0**	1·2	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	5·0	1·3	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·4	1·5	1·6	—	—	—	—	—	—	—
							1·6	**1·8**	**2·2**	2·6	3·0	—	—	—	—
							1·2	1·2	1·3	**3·8**	**12·2**	—	—	—	—
							1·4	1·4	1·5	1·8	2·4	**2·6**[1]	**10·0**	—	—
												1·5	3·5	**1·4**	2·5
														1·1	**7·0**
														1·5	3·5

Drei weitere in gleicher Weise durchgeführte Versuchsreihen ergaben gleichsinnige Ergebnisse.

[1] Die Zone 2·4 wurde um 9h Abends in eine von 1 Mm. und eine von 1·4 Mm. Länge getheilt. Bei allen Neumarkirungen betrug die Länge der untersten Zone 1 Mm. mehr den Bruchtheilen.

Phaseolus multiflorus.

Cultur im feuchten Raum. T. = 23—24° C. 14 Versuche, von denen die drei folgenden mitgetheilt werden sollen. Die übrigen ergaben gleiche Resultate bis auf einen, bei diesem war die Wurzel schwächlich.

8.

Datum	17.				18.		19.		20.
	October								
	9h M.	3h N.M.	9h A.	12h N.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.
Oben	1·0	1·0	1·0	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·1	1·2	—	—	—	—	—	—
	1·0	**1·3**	1·4	1·5	—	—	—	—	—
	1·0	1·2	**1·6**	1·8	2·0	—	—	—	—
	1·0	1·2	**1·6**	1·8	2·0	—	—	—	—
	1·0	1·2	1·4	**1·9**	2·4	—	—	—	—
	1·0	1·0	1·4	**1·7**	4·5	—	—	—	—
	1·0	1·0	1·2	1·5	**7·6**	**12·2**	12·5	—	—
	1·0	1·0	1·0	1·1	2 1	5·3	**13·6**	**17·5**	**20·0**
Unten	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·5	1·6	2·4

9.

Datum	17.				18.		19.		20.
	October								
	9h M.	12h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.
Oben	0·5	0·5	0·5	0·6	0·8	—	—	—	—
	0·5	**0·8**	0·8	1·0	1·5	—	—	—	—
	0·5	**0·8**	1·0	1·2	2·0	—	—	—	—
	0·5	0·7	**1·1**	1·3	2·2	—	—	—	—
	0·5	0·7	1·0	**1·5**	2·4	—	—	—	—
	0·5	0·1	1·0	1·3	**9·3**	9·5	—	—	—
	0·5	0·6	0·8	1·0	4·6	**12·2**	**18·2**	**19·2**	—
	0·5	0·5	0·5	0·8	1·0	2·2	3·2	6·8	9·3
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·8

10.

Datum	17. October				18. October		19. October		20. October	
	9h M.	12h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.
Oben	0·5	0·5	0·5	0·6	1·0	—	—	—	—	—
	0·5	**0·8**	0·8	0·8	1·2	—	—	—	—	.
	0·5	**0·8**	**0·9**	1·0	2·0	—	—	—	—	—
	0·5	0·7	**0·9**	**1·2**	2·5	—	—	—	—	—
	0·5	0·6	0·8	**1·2**	3·3	—	—	—	—	—
	0·5	0·6	0·8	**1·2**	**5·8**	5·9	—	—	—	—
	0·5	0·6	0·8	1·0	5·0	**12·2**	**20·2**	**22·5**	**22·5**	—
	0·5	0·5	0·6	0·6	1·0	1·6	2·5	9·4	18·8	**25·6**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·8	1·1

Cultur im feuchten Raum. T. = 21·5—22·5° C. Die Wurzeln wurden markirt, sobald ihre Spitze die Testa durchbrochen hatte. Acht Versuche mit übereinstimmenden Resultaten.

11. und 12.

Zeit der Beobachtung	23. October					24. October		
	9h V.M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	12h N.	9h M.	3h N.M.	9h A.
Versuch **11**	0·5	**0·6**	**0·7**	**0·7**	1·2	2·4	2·3	—
	0·5	**0·6**	0·6	**0·7**	**1·3**	3·0	2·8	—
	0·5	0·5	0·6	0·6	0·9	**4·0**	**4·3**	—
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·7	3·2	4·2	**5·2**
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·7	1·8	2·3	2·7
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	1·0	1·1	1·2
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5
Versuch **12**	0·5	**0·7**	**1·0**	**1·2**	1·4	2·2	—	—
	0·5	**0·7**	0·9	**1·2**	**1.5**	3·0	—	—
	0·5	0·6	0·9	1·1	**1·5**	3·5	—	—
	0·5	0·5	0·7	0·8	1·1	**5·4**	**5·8**	—
	0·5	0·5	0·6	0·6	0·7	3·8	5·0	**6·8**
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	1·0	1·3	1·5

Die beiden folgenden Versuchsreihen wurden an Wurzeln begonnen, die bereits eine Länge von 2 Ctm. erreicht hatten. Der Wachsthumsverlauf kann als die Fortsetzung des in Versuch 11 und 12 dargestellten angesehen werden.

Cultur im feuchten Raum. T. = 22—23·5° C.

Überdies drei ähnliche Versuchsreihen mit gleichem Ergebnisse.

13.*[1]

Zeit der Beobachtung	31. October			1. November			2. November		3. November	
	9h M.	3h N.M.	6h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.
Oben	1·0[2]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·0	1·1	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·2	1·5	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·3	1·9	2·5	—	—	—	—	—	—
	1·0	**1·5**	2·5	3·0	—	—	—	—	—	—
	1·0	**1·5**	3·0	4·0	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·4	**3·4**	**10·4**	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·4	1·5	6·9	0·9	—	—	—	—	—
Unt	1·0	1·0	1·0	1·3	1·0	—	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—	—
					1·0	1·1	—	—	—	—
					1·2	**1·8**	2·5	3·0	1·0	—
					1·3	**1·8**	**3·0**	**5·0**	1·0	—
					1·3	1·4	1·4	2·0	1·0	—
									1·4	—
									1·8	2·0
									1·5	**2·1**
									0·1	1·2

[1] Die mit einem Sternchen versehenen Tabellen bezeichnen Versuche, die bis zur Beendigung des Wachsthumes fortgeführt wurden.

[2] Bei diesem, sowie dem folgenden Versuche wurde blos eine Strecke von 9 Mm. von der Spitze aufwärts markirt.

14.

Zeit der Beobachtung	31. October			1. November			2. November		3. November
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.
Oben	1·0	1.0	1·0	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·0	1·1	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·4	1·4	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·4	1·7	2·0	—	—	—	—	—
	1·0	1 4	1·8	2.2	—	—	—	—	—
	1·0	**1·6**	2·0	3·3	—	—	—	—	—
	1·0	1·5	**3·1**	9·9	—	—	—	—	—
	1·0	1·4	1·5	**10·2**	0·2	—	—	—	—
Unten	1·0	1·0	1·0	1·2	1·0	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—
					1·1	1·3	—	—	—
					1·4	**2·2**	4·2	**5·0**	1·5
					1·3	2·1	**5·0**		**2·2**
					1·3	1·8	3·2		1·6
									1·2
									1·0

Zea Mais.

15.

Die Wurzeln wurden, sobald sie die Testa durchbrochen hatten, markirt. 15 Versuche, davon sollen blos die drei folgenden mitgetheilt werden.

Cultur im feuchten Raume. T. = 23° C.

Zeit der Beobachtung	1.				2.		
	November						
	12h M.	3h N.M.	9h A.	12h N.	9h M.	3h N.M.	9h A.
Oben	0·5	**0·8**	1·0	1·0	1·1	—	—
	0·5	0·6	**1·2**	1·4	1·5	—	—
	0·5	0·5	1·0	**1·6**	1·8	2·2	—
	0·5	0·5	0·8	1·5	**6·5**	**7·2**	—
	0·5	0·5	0·5	0·7	1·4	6·5	**8·4**
Unten	0.5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6

16.

Zeit der Beobachtung	1.					2.	
	November						
	12h M.	1h N.M.	3h N.M.	6h N.M.	9h A.	9h M.	12h N.
Oben	1·0	**1·1**	1·1	—	—	—	—
	1·0	**1·1**	1·1	—	—	—	—
	1·0	1·0	**1·2**	1·6	1·8	2·0	—
	1·0	1·0	**1·2**	**1·8**	**2·9**	4·3	5·2
	1·0	1·0	1·1	1·4	2·0	**7·2**	**11·5**
Unten	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·2	1·5

17.

Zeit der Beobachtung	1.					2.			
	November								
	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	12h N.	9h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.
Oben	0·5	**0·9**	**1·0**	**1·2**	—	—	—	—	—
	0·5	0·6	0·7	1·0	**1·5**	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	0·8	1·4	2·2	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·6	1·2	**4·5**	4·6	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·5	1·1	**4·5**	5·5	—	—
	0·5	0·0	0·5	0.5	1·0	2·4	**6·0**	**10·4**	—
	0·5	0·5	0·5	0.5	0·8	1·5	2·2	7·4	**12·5**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0.5	0·5	0·5	0·8	1·3

Während die soeben dargestellten Versuche das Wachsthum junger Wurzeln zur Auschauung bringen, sollen die nächsten (18. und 19.) Versuchsreihen jenen Wachsthumsverlauf zeigen, der sich an Wurzeln darbietet, die bereits eine grössere Länge erreicht haben. Zu diesem Zwecke wurde an Wurzeln von 30 und 35 Mm. Länge von der Spitze aufwärts eine Strecke von 10 Mm. markirt. Es genügt die Markirung einer Strecke von 10 Mm., da bei Wurzeln von solcher Länge die wachsende Region niemals länger ist.[1]

[1] Vergl. Sachs l. c.

18 *

Zeit der Beobachtung	3.				4.			
								No-
	9h V.M.	3h N.M.	6h A.	12h M.	9h M.	12h M	6h A.	9h A.
Oben	1·0	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—
	1 0	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·1	1·2	—	—	—	—	—
	1·0	1·1	1·4	1·8	1·9	—	—	—
	1·0	**1·2**	**1·6**	**3·2**	5·0	—	—	—
	1·0	1·0	1·1	1·6	**10·5**	10·7	—	—
	1·0	1·0	1·0	1·0	4·0	1·2	—	—
	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	**1·5**	**2·2**	—
						1·2	2·0	**4·1**
						1·0	1·8	2·8
						1·0	1·2	1·4
Unten								

[1] Es wurde blos das unterste 6 Mm. lange Stück markirt.

18 *

5.				6.			7.		
vember									
9h M.	12h M.	6m A.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10·8	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
2·1	1 0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·3	1·4	—	—	—	—	—	—	—
	1.2	**5·2**	—	—	—	—	—	—	—
	2·1	3·4	**5·4**	**11·8**[1]	1·0	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—
					1·4	1·5	—	—	—
					2·0	**2·9**	3·6	1·0[1]	—
					1·4	1·8	**8·2**	1·2	—
					1·1	1·1	2·0	**2·7**	**4·8**
								1·3	1·5
								1·1	1·2

[1] 5 Mm. von der Spitze aufwärts wurden neu markirt.

19.*

Zeit der Beobachtung	3.					4.			
									No
	9h M.	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9h M.	12h M.	6h A.	9h A.
Oben	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·0	1·1	1·3	—	—	—	—	—	—
	1·0	**1·2**	**1·7**	**2·1**	**3·1**	—	—	—	—
	1·0	1·1	1·5	1·7	2·7	**9·8**	—	—	—
	1·0	1·0	1·0	1·0	1·2	5·5	0·5[1]	—	—
	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	2·0	1·0	—	—
							1·3	1·4	—
							1·4	2·0	2·4
							1·4	**2·5**	**3·1**
							1·1	1·8	1·9
							2·0	2·0	2·0
Unten									

[1] Die Zone 5·5 wurde markirt in (von unten nach oben) fünf Zonen à 1 Mm. und eine von 0·5 Mm. Länge.

19*

5.				6.			7.		
vember									
9h M.	12h M.	6h A.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13·2	1·0[1]	—	—	—	—	—	—	—	—
2·0	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1·2	—	—	—	—	—	—	—	—
	2·2	**4·1**	4·5	—	—	—	—	—	—
	1·2	3·1	**4·7**	**12·5**	—	—	—	—	—
	2·4	2·5	2·8	5·0	1·0	—	—	—	—
					1·0	—	—	—	—
					1·1	1·2	—	—	—
					1·3	**2·3**	**9·0**	1·0	—
					1·3	1·6	3·0	1·4[2]	1·5
								3·3	**4·7**
								1·3	1·8
								1·0	1·1

[1] Blos das unterste Stück der Zone 13.2 in der Länge von 5 Mm. wurde neu markirt.

[2] Ein 5 Mm. langes, von der Spitze aufwärts reichendes Stück wurde mit einer neuen Markirung versehen.

Erwähnt sei hiebei, dass zur Bestätigung dieser Wachsthumsweise unter gleichen Verhältnissen acht weitere Versuchsreihen durchgeführt wurden, die zu gleichen Resultaten führten.

Cucurbita Pepo.

Um die ersten Stadien der Entwicklung der Wurzel der Beobachtung zu unterwerfen, wurde an Samen, die 24 Stunden in Wasser gequollen waren, der die Radicula bedeckende Theil der Testa losgelöst und erstere dann markirt. Die weitere Cultur verlief im feuchten Raume bei einer Temperatur von 22° C. (Versuch 20 und 21). Eine Reihe anderer Versuche (im Ganzen zehn, davon mitgetheilt Versuch 22, 23 und 24) wurde in dem Moment begonnen, als die junge Wurzel aus der Samenschale hervortrat. Da in diesem Zustande ein Unterschied zwischen Würzelchen und Hypocotyl noch nicht bemerkbar ist, wurde die ganze Keimpflanze von den Cotylen abwärts markirt und die auf das Hypocotyl entfallenden Marken erst später, nachdem eine Differenzirung bereits eingetreten war, ausgeschlossen. Ein theilweises Wegschneiden der Testa war auch bei diesen Versuchsreihen nöthig. Die Cultur geschah ebenfalls im feuchten Raum. T. = 22 bis 22·5° C.

20. und 21

Zeit der Beobachtung	3. November				
	9h M.	12h M	3Nh M.	6h A.	4h A.
20. Oben	0·5	**0·6**	**0·7**	0·8	0·8
	0·5	0·5	0·6	**0·9**	**1·1**
	0·5	0·5	0·6	0·7	1·0
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5
21. Oben	0·5	**0·6**	**0·8**	**0·9**	1·0
	0·5	0·5	0·6	0·7	**1·1**
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5

22.

Zeit der Beobachtung	3. November					4. November			
	9h M.	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9h M.	12h M.	3h N.M.	9h A.
Oben	0·5	**0·6**	**0·6**	**0·7**	**0·8**	0·9	—	—	—
	0·5	0·5	**0·6**	0·6	0·7	0·9	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	1·0	1·1	—	—
	0·5	0 5	0·5	0·5	0·6	**1.2**	1·4	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·9	**1·6**	**2·1**	**5·7**
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·8	1·1	1·1	1·3
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5

23.

Zeit der Beobachtung.	3. November					4. November				5.
	9h M.	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9h M.	12h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.
Oben	0·5	**0·6**	**0·6**	0·6	0·6	—	—	—	—	—
	0·5	0·5	**0·6**	0·6	0·6	—	—	—	—	—
	0·5	0·5	**0·6**	0·7	0·7	—	—	—	—	—
	0·5	0·0	0·5	0·7	0·8	1·0	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	**0·8**	**1·3**	**3**·2	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	**0·8**	1·2	2·8	**3·4**	**3·6**	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·7	1·8	2·2	3·4	**4·0**	**7·2**
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	0·6	0·7	0·7	2·8
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0 5	0·5	0·5	0·5	0·6

24.

Zeit der Beobachtung	3. November					4. November				5.
	9h M.	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9h M.	12h M	3h N.M.	9h A.	9h M.
Oben	0·5	**0·6**	0·6	0·6	0·7	0·8	—	—	—	—
	0·5	**0·6**	**0·7**	0·9	0·9	1·0	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	**1·0**	1·2	1·1	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	0·9	**1·4**	2·4	—	—	—	—
	0·5	0.5	0·5	0·7	0·9	**3·2**	**3·4**	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·7	0·7	1·4	2·8	**3·6**	**4·2**	**8·5**
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·7	0·7	0·7	3·2
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6

Vicia Faba.

Wurzeln im Beginn des Versuches 4—5 Mm. lang.
Cultur im feuchten Raume. T. = 17·5—18·5° C.
Acht Versuche, davon sieben mit gleichem Verlauf.

25.

Zeit der Beobachtung	6. November			7. November		
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.
Oben	0·5	0·6	0·7	0·8	—	—
	0·5	**0·7**	**1·3**	1·5	—	—
	0·5	0·6	1·0	1·8	—	—
	0·5	0·6	0·8	**2·8**	3·2	—
	0·5	0·5	0·7	2·1	**3·5**	3·7
	0·5	0·5	0·6	1·5	2·6	**4·2**
	0·5	0 5	0·5	1·0	1·4	1·5
	0·5	0·5	0.5	0·7	0·7	0·7
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5

26.

Zeit der Beobachtung	6. November			7. November		
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.
Oben	0·5	**0·7**	1·0	1·1	—	—
	0·5	0·6	**1·2**	1·4	—	—
	0 5	0·6	1·1	1·7	—	—
	0·5	0·6	1·0	**3·1**	3·2	—
	0·5	0·5	0·8	2.6	**3·5**	3·8
	0·5	0·5	0·7	1·8	2·4	**4·0**
	0·5	0·5	0·6	0·8	1·0	1·3
	0·5	0·5	0·6	0·6	0·6	0·6
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5

II. Nebenwurzel (incl. Adventivwurzel).

Wie bereits früher erwähnt wurde, haben schon die Untersuchungen Link's und in viel eingehenderer Weise die Sachs'[1] den Nachweis erbracht, dass das Wachsthum von Nebenwurzeln im Wesentlichen dem der Hauptwurzeln gleich sei. Ebenso enthält auch die Arbeit von Sachs zahlreiche Angaben über Länge und Lage der wachsenden Region. Es erübrigt daher nur, das Wachsthum von Nebenwurzeln in jüngeren, bisher noch nicht berücksichtigten Entwicklungsstadien zu verfolgen. Überdies sollen einige Beobachtungen über Nebenwurzeln zweiter Ordnung hier noch Platz finden.

Phaseolus multiflorus.

1. Nebenwurzeln erster Ordnung.

Wurzeln bei Beginn des Versuches 3—4 Mm. lang.
Cultur im feuchten Raum. T. = 22·5—23° C.
Zwölf Versuche mit übereinstimmenden Resultaten.

27.

Zeit der Beobachtung	25.				26.		27.
	October						
	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.
Oben	0·5	**0·7**	**1·2**	1·6	1·7	—	—
	0·5	0·6	1·0	**1·8**	3·8	—	—
	0·5	0·6	0·8	1·2	**6·0**	—	—
	0·5	0·5	0·6	0·8	2·8	**7·0**	8·1
	0·5	0·5	0·5	0·6	1·1	3·1	**8·3**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5

[1] Cf. p. 61 und p. 64.

28.

Zeit der Beobachtung	25. October				26. October		27. October
	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.
Oben	0·5	**0·8**	0·9	—	—	—	—
	0·5	**0·8**	**1·1**	1·3	1·5	—	—
	0·5	0·7	1·0	**1·5**	3·3	—	—
	0·5	0·6	0 8	1·2	**6·8**	**7·4**	—
	0·5	0·5	0·6	0·8	2·0	6·4	**13·6**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·7	1·2

29.

Zeit der Beobachtung	9. November						10. November		
	11h V.M.	1h N.M.	3h N.M.	5h A,	7h A.	10h A.	9h M.	12h M.	6h A.
Oben	0·5	**0·6**	**0·7**	0·8	0·8	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·6	**1·0**	**1·3**	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·9	1·2	**1·4**	2.2	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·7	0·9	1·0	**4·8**	**5·1**	5·3
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	1·2	3·2	**7·5**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·7	0·7	1·1

30.

Zeit der Beobachtung	9. November							10. November		
	10h V.M.	12h M.	2h N.M.	4h N.M.	6h A.	8h A.	10h A.	9h M.	12h M.	6h A.
Oben	0·5	**0·6**	**0·7**	0·7	—	—	—	—	—	—
	0·5	**0·6**	**0·7**	**0·8**	**1·0**	**1·4**	1·4	1·5	—	—
	0·5	0·5	0·6	0·6	0·8	0·9	**1·6**	2·2	—	—
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	0·6	1·1	3·4	3·6	—
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	**5·2**	**9·4**	—
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	3·0	6·8	**11·5**
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	1·8	2·2	3·0
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	1·0

2. Nebenwurzeln zweiter Ordnung.

Cultur in feuchtem Sägemehl. T. = 18·5—20.

31.

Zeit der Beobachtung	12. November			13. November
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.
Oben	0·5	0·6	0·7	0·7
	0·5	**0·7**	**1·2**	1·8
	0·5	0·6	0·8	**2·5**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·8

32.

Zeit der Beobachtung.	12. November					13. November	
	9h M.	12h M.	3h N.M.	6h A.	9h A.	9h M.	3h N.M.
Oben	0·5	**0·6**	**0·7**	0·7	0·8	0·8	0·8
	0·5	**0·6**	0·6	**0·8**	**1·2**	1·4	1·4
	0·5	0·5	0·5	0·6	0·8	**2·5**	0·5[1]
	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	1·0	0·7
							0·9
							1·2
							0·8
Unten							2·1

Pisum sativum.

Nebenwurzeln erster Ordnung.

Cultur im feuchten Raume. T. = 22° C.

Drei Versuche mit ähnlichen Resultaten.

33.

Zeit der Beobachtung	5. November				6. November
	9h M.	1h N.M.	6h A.	9h A.	9k M.
Oben	0·5	0·6	0·7	0·7	0·7
	0·5	**0·7**	0·9	1·0	1·0
	0·5	0·6	**1·2**	**1·4**	1·4
	0·5	0·5	0·6	0·8	**3·2**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	1·2

[1] Die Zone 2·5 wurde um 9h Vormittags in fünf à 0·5 Mm. getheilt.

Hyacinthus orientalis.

Die Zwiebeln wurden auf mit Wasser gefüllten Hyacinthengläsern cultivirt und die entstehenden Adventivwurzeln, sobald sie eine Länge von 2—3 Mm. erreicht hatten, markirt. Vier Versuche mit übereinstimmenden Ergebnissen. T. = 16·5—18.

34.

Zeit der Beobachtung	6. December			7. December		
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.
Oben	0·5	**0·7**	**1·3**	1·5	—	—
	0·5	0·6	0·9	**2·1**	**2·3**	2·5
	0·5	0·6	0·6	1·1	2·1	**2·7**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·6	0·8	1·2

Salix purpurea.

Zweige dieser Pflanze mit dem unteren Theile in Wasser gebracht, entwickelten daselbst bald zahlreiche Adventivwurzeln. Genaue Beobachtungen konnten nur an relativ wenigen gemacht werden, da die meisten Wurzeln, zum Zwecke der Markirung ausserhalb des Wassers gebracht, verwelkten, bevor die Markirung eingetrocknet war. Es gelangen vier Versuchsreihen, die in ihren Resultaten übereinstimmten. T. = 18·5—22° C.

35.

Zeit der Beobachtung	10. December			11. December		
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.
Oben	0·5	**0·6**	0·6	0·7	0·7	0·7
	0·5	**0·6**	**0·7**	0·9	0·9	0·9
	0·5	0·5	0·6	**1·5**	**1·8**	1·9
	0·5	0·5	0· 6	0·8	1·3	**2·4**
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·8

Die Untersuchung erstreckte sich, ausser auf die oben angeführten Versuchspflanzen, auch auf Keimwurzeln von *Helianthus annuus*, *Phaseolus vulgaris*, *Vicia sativa* u. a. Die entsprechenden Aufzeichnungen wurden hier nicht mitgetheilt, da sie blos das bereits Dargelegte bestätigten.

Zunächst ergibt sich aus der Betrachtung der mitgetheilten Tabellen, dass der Verlauf des Wachsthumes der Wurzel nicht von der Einfachheit ist, wie man ihn, den bisher bekannten Thatsachen entsprechend, sich vorzustellen geneigt ist. Als Beginn des Wachsthumes einer Wurzel betrachtete ich jenen Moment, in dem die im Samen angelegte Radicula nach vorausgegangener Quellung in Streckung kommt.

Wir finden in dieser Zeit das Wachsthum am Wurzelhals, an jenem Punkte, wo die Wurzel an das Hypocotyl anstösst. In diesem Stadium verlässt die Wurzel auch die Samenhülle [1]. Nun beginnt das Wachsthum auf die zunächst darunter liegenden Theile der Wurzel überzugehen, während es zugleich an dem zuerst in Streckung begriffenen allmälig zu erlöschen anfängt. Wir finden daher bei Wurzeln von 1·5—2 Mm. Länge das Maximum des Zuwachses etwa in der Mitte gelegen. Ein scheinbarer Stillstand in dieser Verschiebung des Maximalzuwachses tritt ein, sobald dieser in einer geringen Entfernung von der Spitze stattfindet. Dieser Abstand von der Wurzelspitze ist ein verschiedener und nicht blos von der Art der betreffenden Versuchspflanze, sondern insbesondere von individuellen und äusseren Verhältnissen abhängig, worauf ich noch eingehender zurückkommen werde. In diesem Wachsthumsstadium gilt der Satz, den man bisher für das Wachsthum der Wurzel characterisirend hielt: die Wurzel wächst in einer knapp oberhalb der Spitze gelegenen Zone. Bekanntlich ist dieser Umstand bereits von Ohlert erkannt worden. Doch ist dieser Stillstand in der Verschiebung der Wachsthumszone, wie schon erwähnt, blos ein scheinbarer.

Schon Müller [2] und Sachs [3] haben gezeigt, dass bei längerer Versuchsdauer die Zonen stärksten Wachsthumes nicht

---

[1] Vergl. insbesondere Tab. 11, 12, 15—17, 20—24, 26.

[2] Bot. Zeit. 1869, pag. 369 u. 385 ff.

[3] Arbeiten des bot. Institutes in Würzburg. I. 1873/74 pag. 424 ff.

dieselbe relative Lage an der Wurzel einnehmen, sondern stets der Spitze näher rücken. Mit voller Klarheit geht dies besonders aus den mitgetheilten Versuchen 13, 14, 18 und 19 hervor.

Wir wollen, um an einem Beispiele den Verlauf des Wachsthums zu verfolgen, die Versuche 11 und 13 näher ins Auge fassen, von denen der erstere ein jüngeres, der letztere ein etwas vorgerückteres Stadium in der Wachsthumsgeschichte der Wurzel von *Phaseolus multiflorus* darstellt. Im Beginn des Versuches (11) wuchs die 3·5 Mm. lange Wurzel an ihrem Grunde; nach 12 Stunden war die dort gelegene Zone von 0·5 Mm. Länge auf 0·7 Mm. gewachsen, während sich in den übrigen Zonen ein nur schwacher oder kein Zuwachs nachweisen liess. Nach 15 Stunden finden wir das stärkste Wachsthum (1·3 Mm.) bereits in der zweiten Zone und so sehen wir es nach abwärts fortschreiten, bis es nach 36 Stunden (14. October, 9^h Abends) die vierte Zone erreicht hat und somit der Spitze bis auf 4·5 Mm. nahe gekommen ist. Unter diesen Verhältnissen beginnt Versuch 13. Nach 6 Stunden findet sich das Maximum des Zuwachses in der vierten und fünften Zone, nach 12 Stunden bereits in der dritten, wo es auch noch nach weiteren 12 Stunden zu finden ist. (1. November, 9^h Morgens) Nun macht sich verstärktes Wachsthum in der knapp hinter der Spitze gelegenen Zone bemerkbar, also 1 Mm. von dieser entfernt, um endlich nach 84stündiger Versuchsdauer auch diese zu erreichen.

Dieser an der Hand eines Versuches betrachtete Wachsthumsverlauf findet sich in allen anderen Tabellen bestätigt und es kann wohl hier ausgesprochen werden, dass derselbe als für die Wurzel allgemein geltend angesehen werden kann.

Im Zusammenhang mit den bekannten Thatsachen lassen sich daher diese Verhältnisse in folgenden Satz zusammenfassen:

Das Wachsthum der Wurzel ist ein localisirtes; doch verschiebt sich im Laufe der Weiterentwicklung die Zone stärksten Wachsthums. Das Wachsthum beginnt am Wurzelhalse und rückt von dort allmälig gegen die Spitze vor, um, sobald es diese erreicht, zu erlöschen.

Diese, das Wachsthum beherrschenden Gesetze haben nicht blos für Hauptwurzeln Giltigkeit, sondern auch, wie Tab. 27 bis 35 zeigen, für Nebenwurzeln erster und zweiter Ordnung.

Was im Vorstehenden zunächst in Bezug auf die Lage des Maximalzuwachses gesagt wurde, gilt ebenso für die Lage der wachsenden Region überhaupt, deren Theil die Region des grössten Zuwachses ja ist. Die Veränderungen, die hiebei in der Länge der wachsenden Region vor sich gehen, sollen später noch eine eingehende Behandlung erfahren.

Die Zeit, in der die Verschiebung der Zone des grössten Zuwachses um dieselbe Strecke erfolgt, ist nicht in allen Entwicklungsstadien eine gleich lange, sondern abhängig von der Entfernung jener Zone vom Wurzelhals. Je näher die wachsende Zone der Wurzelspitze kommt, desto geringer wird die Geschwindigkeit, mit der ihr Weiterrücken erfolgt. So erreichte in Versuch 11 die Region des stärksten Zuwachses die vierte Zone nach Verlauf von 36 Stunden, während in Versuch 13 ein Vorrücken um die entsprechende Länge von zwei Zonen [1] eine Zeit von 60 Stunden in Anspruch nahm.

Bedenkt man hiebei, dass gerade Wurzeln, die eine Länge von 3—8 Cm. erreicht hatten, am häufigsten zu Versuchen benützt wurden, dass ferner, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, auf dieser Entwicklungsstufe die Verschiebung der Wachsthumsregion relativ sehr langsam vor sich geht, so ist es leicht erklärlich, warum die Ansicht, dass die Verlängerung der Wurzel stets von einer knapp oberhalb der Spitze gelegenen Region ausgehe, die herrschende werden konnte.

Aus der Art des Verlaufes des Wachsthums ergibt sich auch leicht von selbst die Erklärung, dass verschiedene Beobachter zu verschiedenen Resultaten in Bezug auf die Lage der wachsenden Region kamen, da dieselbe bei Wurzeln verschiedenen Alters in verschiedener Entfernung von der Spitze liegen musste.

Inwieferne die Länge der wachsenden Region von denselben Verhältnissen abhängig ist, sollen die folgenden Beobachtungen zeigen.

[1] Die ursprüngliche Länge der Zonen betrug in Versuch 11 nämlich 0·5 Mm., bei Versuch 13 dagegen 1·0 Mm.

Samen von *Pisum sativum* wurden in Wasser gequollen und hierauf in feuchtem Sägemehl der Keimung überlassen. Ein Theil der erzielten Keimlinge wurde zum Versuch genommen, sobald die Würzelchen die Testa verlassen hatten; dieselben wurden sodann markirt und im feuchten Raume weiter cultivirt. Von den sechs Versuchen, die in ihren Ergebnissen übereinstimmten, möge einer hier Platz finden.

36.

		Oben	Unten
Länge der Zonen	12. Oct. 11h V.M.	0·5, 0·5, 0·5, 0·5, 0·5, 0·5, 0·5, 0·5, 0·5	
„ „ „	„ 5h Ab.	**0·6**. **0·9**, **1·0**, **0·9**, **0·6**, **0·6**, 0·5, 0·5, 0·5	
„ „ „	13. Oct. 11h V.M.	**3·7**, **2·1**, **3·0**, **3·6**, **4·5**, **5·7**, **4·2**, **0·7**, 0·5	

In den ersten sechs Stunden des Versuches betrug also die Länge der wachsenden Region 3 Mm.,[1] in den nächsten 18 Stunden 5·6 Mm. bei einer Gesammtlänge von 25 Mm. Nun wurde der zweite Theil der Keimlinge, deren Wurzeln indessen die nämliche Länge erreicht hatten, der Cultur entnommen und in einer Länge von 10 Mm. markirt. Es ergab sich folgender Wachsthumsverlauf:

		Oben	Unten
Länge der Zonen	13. Oct. 9h M.	1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0	
„ „ „	14. Oct. 9h M.	1·0, 1·0, 1·0, 1·0, **1·1**, **1·2**, **2·5**, **6·8**, **12·0**, **2·2**	

Es reichte also die ursprüngliche Länge der wachsenden Region von der sechsten bis zur ersten Zone, betrug daher 6 Mm.; nun wurden die beiden, der Spitze zunächst liegenden Zonen 12·0 u nd 2·2) neu markirt.

		Oben	Unten
Länge der Zonen	14. Oct. 9h M.	1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0	
„ „ „	15. „ 9h M.	1·0, 1·0, 1·0, 1·0, 1·0, **1·2**, **1·6**, **5·5**, **9·2**, **3·8**	

[1] Alle Angaben über die Länge der wachsenden Region sind in der Folge stets als Maximalwerthe anzusehen. Es ergibt sich dies aus einer einfachen Betrachtung. Finden wir nämlich beispielsweise eine Zone von 1 Mm. nach x Stunden auf 3 Mm. angewachsen, so können wir nicht sagen, die Länge der wachsenden Region beträgt 1 Mm., sondern höchstens 1 Mm., da wir nach unserer Methode nicht angeben können, ob das ganze 1 Mm. lange Stück an der Streckung betheiligt war oder blos ein Theil desselben. Dieser Fehlerquelle wurde übrigens bereits von Sachs l c. p. 415 Erwähnung gethan.

Innerhalb dieser 24 Stunden war mithin eine Strecke von höchstens 5 Mm. Länge gewachsen. Abermals wurden die zwei untersten Zonen mit Marken in Entfernungen von je 1 Mm. versehen.

		Oben									Unten
Länge der Zonen	15. Oct. 9h M.	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0
„ „ „	16. „ 9h M.	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	**2·8**,	**6·0**,	**2·5**

Aus diesem Versuche ergibt sich eine Länge der im Wachsthum begriffenen Region von 3 Mm. Jetzt wurden die Zonen 6·0 und 2·5 neu markirt.

		Oben									Unten
Länge der Zonen.	16. Oct. 9h M.	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0
„ „ „	17. „ 9h M.	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	1·0,	**2·0**,	**1·2**

Die Länge der wachsenden Region betrug also nur mehr 2 Mm. Im Laufe der nächsten 24 Stunden stellte die Wurzel ihr Wachsthum gänzlich ein. Zu bemerken wäre noch, dass alle diese Culturen bei möglichst constanter Temperatur von 18 bis 20° C. verliefen und mehrmals wiederholt zu demselben Resultate führten.

Fassen wir nun die Ergebnisse der obigen Versuche zusammen, so ergibt sich:

Länge der wachsenden Region während der

ersten	6 Stunden	3 Mm.
ersten	24 Stunden	5·6 Mm.
zweiten	„	6 Mm.
dritten	„	5 „
vierten	„	3 „
fünften	„	2 „
sechsten	„	0 „

Auf diese Thatsachen und die Ergebnisse der früher mitgetheilten Tabellen gestützt, lässt sich folgendes Gesetz aussprechen: Die Länge der wachsenden Region nimmt zu, während diese sich der Wurzelspitze nähert, erreicht ein Maximum und nimmt dann wieder ab.

Eine, dieses Gesetz zum Theil bestätigende Thatsache wurde bereits von Sachs mitgetheilt, indem er in der früher citirten Abhandlung als Resultat seiner Versuche mit *Faba*-Wurzeln an-

gibt,[1] dass die Länge der wachsenden Region geringer wurde, wenn er die Wurzeln am zweiten Versuchstage neu markirte.

Die Erwägung des Umstandes, dass während 24 Stunden die wachsende Region sich bereits um eine gewisse Strecke der Wurzelspitze genähert hat, also ein Theil der Wurzel nach dieser Zeit eine Verlängerung zeigt, ohne noch im Wachsthume begriffen zu sein, lässt es zweifelhaft erscheinen, ob das oben erwähnte Gesetz nicht etwa blos eine scheinbare Folge des auf pag. 91 ausgesprochenen ist, dass nämlich die Geschwindigkeit des Vorrückens der wachsenden Region anfangs eine grössere ist und später allmälig kleiner wird. Darnach wäre es erklärlich, dass anfangs bei einer Beobachtungszeit von 24 Stunden die wachsende Region grösser erscheint als später, zu einer Zeit, in der das Vorrücken bereits mit einer geringeren Geschwindigkeit vor sich geht. Während gegen diesen Erklärungsversuch schon die Thatsache, dass die Länge der wachsenden Region zu einer Zeit noch im Zunehmen ist, während die Geschwindigkeit des Vorrückens bereits abnimmt, spricht, wurde die Stichhältigkeit dieses Einwurfes direct durch Versuche widerlegt, die mit Beobachtungen in kürzeren Zeitintervallen durchgeführt wurden und ebenfalls den früher ausgesprochenen Wechsel in der Länge der wachsenden Region erwiesen.

Vergleichende Beobachtungen ergaben zunächst, dass eine Durchführung der hiezu nöthigen Messungen an ein und derselben Wurzel unmöglich sei, da in Folge des dazu nöthigen oftmaligen Entnehmens aus dem feuchten Raume jede Wurzel nach kurzer Zeit in einen mehr oder minder abnormen, krankhaften Zustand kam. Es blieb daher nichts übrig, als Wurzeln verschiedenen Alters in Bezug auf die Länge der wachsenden Region zu prüfen und die so gewonnenen Resultate zu vergleichen. Bei der grossen Rolle, welche individuelle Verschiedenheiten gerade bei Wurzeln spielen, konnte den Ergebnissen natürlich nur dann ein Werth zugesprochen werden, wenn sie sich auf zahlreiche Beobachtungen stützten. Beispielsweise soll blos der nachfolgend geschilderten Versuchsreihe Erwähnung geschehen: An sechs aufeinander folgenden Tagen wurde täglich eine Anzahl

[1] L. c. pag. 419.

möglichst gleicher Samen von *Zea Mais* in ein Keimbett von feucht gehaltenem Sägemehl gegeben. ($T = 14—15°$ C.) Am neunten Tage waren die jungen Wurzeln demgemäss auf verschiedener Stufe der Entwicklung. Sie wurden markirt und im feuchten Raume bei einer Temperatur von 20—20·5° C. cultivirt [1].

Es ergibt sich mithin aus der nachstehenden Tabelle (37) die Länge des im Wachsthum begriffenen Theiles:

für eine	3	Tage	alte	Wurzel	.....	3	Mm.
„ „	4	„	„	„	....	5	„
„ „	5	„	„	„	.....	5	„
„ „	6	„	„	„	.....	4	„
„ „	7	„	„	„	.....	4	„
„ „	8	„	„	„	.....	3	„

Mit voller Bestimmtheit geht aus dieser Zusammenstellung die Richtigkeit des früher ausgesprochenen Gesetzes in Bezug auf die wechselnde Länge der wachsenden Region hervor. Allerdings ist hiebei zu beachten, dass diese Länge, die aus einer Beobachtungszeit von längerer Dauer sich ergibt, sich immer zu gross darstellen muss, da sie die Summe der wirklichen Länge dieser Region und des während derselben Zeit von ihr zurückgelegten Weges angibt. Von diesem Gesichtspunkte aus sind auch die Werthe in Tab. 36 anzusehen.

In Bezug auf die Maximalwerthe der Länge der wachsenden Zone lassen sich für Wurzeln die Grenzen von 6—8 Mm. angeben. Specifische und individuelle Eigenthümlichkeiten vermögen, wie bereits erwähnt, diese Werthe mannigfach zu variiren.

Nachdem wir im Vorhergehenden die Gesetze behandelt haben, die das Wachsthum der Wurzel beherrschen, drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob dieser gesetzmässige Verlauf des Wachsthums nicht durch den Einfluss äusserer Verhältnisse eine Abänderung erfahren kann, ob dieselben Gesetze in Wirksamkeit bleiben, mag die Wurzel in den verschiedensten Medien, unter den verschiedensten Temperaturen und sonstigen äusseren Factoren leben. Zunächst soll die Frage nach dem Effekt des umgebenden Mediums ihre Beantwortung finden. Aus den in dieser

[1] V. Tab. 37, p. 38.

Bezeichnung d. Wurzel	*A.*		*B.*		*C.*		*D.*		*E.*		*F.*	
Alter der Wurzel in Tagen	3		4		5		6		7		8	
Länge der Wurzel in Millimeter	13		19		24		37		59		64	
Zeit der Beobachtung	9h M.	3h N.M.	9h M.	3h N.M.	9h M.	3h N.M.	9h M.	3h N.M.	9h M.	3h N.M.	9h M.	3h N.M.
Wurzelhals, resp.	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0
oberes Ende der Scala[1]	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0
	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0
	1·0	1·0	1·0	1·1	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1.0	1·0	1·0
	1·0	1·6[2]	1·0	1·5	1·0	1·1	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0
	1·0	2·0	1·0	2·0	1·0	1·6	1·0	1·2	1·0	1·7	1·0	1 0
	1·0	1·8	1·0	2·2	1·0	2·8	1·0	1·5	1·0	2·0	1·0	1·4
	1·0	1·0	1·0	1·2	1·0	1·8	1·0	1·8	1·0	2·1	1·0	1·8
	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·1	1·0	1·3	1·0	1·6	1·0	1·3
Wurzelspitze	1 0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0

[1] An allen Wurzeln wurde blos ein 10 Mm. langes, unterstes Stück markirt.

[2] Durch den seitlich angebrachten Strich sollen die in der wachsenden Region liegenden Zonen ersichtlich gemacht werden.

Hinsicht unternommenen Versuchen Sachs' [1] ergibt sich die Verschiedenheit, dass in feuchter Luft cultivirte Wurzeln meist eine geringere Länge der wachsenden Region aufweisen, als solche, die in Wasser oder Erde gezogen wurden. Da es jedoch hiebei Sachs nicht ankam, den ganzen Wachsthumsverlauf einer Prüfung zu unterziehen, so sollen die folgenden Versuchsreihen diesem Zwecke dienen.

Gleich lange, junge Wurzeln von *Pisum sativum* wurden in feuchter Luft, Wasser und feuchtem Sägemehl gezogen. Ein Keimsubstrat von Sägemehl wurde einem solchen von Erde vorgezogen, da bei Anwendung des letzteren es sehr schwer fällt, die Wurzel bei längerer Versuchsdauer in der zu Messungen erforderlichen Reinheit zu erhalten. Die ursprüngliche Länge der markirten Zonen betrug 0·5 Mm. Alle Versuche verliefen im Dunkeln.

38.

Cultur im feuchten Raume. Temperatur 18—19·5° C.

Zeit der Beobachtung	14. October			15. October			16. October		
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N,M.	9h A.
Wurzelhals	0·5	0·6	0·8	1·0	1·0	—	—	—	—
	0·5	0·7	1·0	1·7	1·6	—	—	—	—
	0·5	0·7	1·0	2·0	1·8	—	—	—	—
	0·5	**0·8**	1·4	3·2	3·1	—	—	—	—
	0·5	0·8	**1·8**	6·2	6·2	—	—	—	—
	0·5	0·5	1·0	**8·8**	**9·4**	—	—	—	—
	0·5	0·5	0·7	4·0	6·5	**9·6**	**20·6**	**22·7**	**23·0**
	0·5	0·5	0·5	1·0	1·2	1·2	3·0	5·5	9·8
Spitze	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·8	1·4

[1] L. c. pag. 418.

39.

Cultur im Wasser. Temperatur desselben 17—18° C.

Zeit der Beobachtung	14. October			15. October			16. October		
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.
Wurzelhals	0·5	0·6	0·7	0·9	—	—	—	—	—
	0·5	0·6	0·9	1·5	—	—	—	—	—
	0·5	0·8	1·2	1·8	1·9	—	—	—	—
	0·5	**0·9**	1·5	3·2	3·3	—	—	—	—
	0·5	0·8	**2·2**	7·5	8·0	8·5	—	—	—
	0·5	0·6	1·8	**9·2**	**13·2**	**16 2**	**26·4**	**26·4**	—
	0·5	0·5	0·9	1·2	3·5	4·0	10·8	18·5	**27·8**
Spitze	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·7	1·0	3·5	3·5

40.

Cultur in feuchtem Sägemehl. Temperatur 17—18·5° C.

Zeit der Beobachtung	14. October			15. October			16. October		
	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.	3h N.M.	9h A.
Wurzelhals	0·5	0·6	0 9	—	—	—	—	—	—
	0·5	0·7	0·9	1·1	—	—	—	—	—
	0·5	0·8	1·1	1·9	—	—	—	—	—
	0·5	**0·9**	1·4	2·8	3·2	—	—	—	—
	0.5	**0·9**	**2·1**	7·7	7·9	—	—	—	—
	0·5	0·7	1·4	**10·3**	**13·5**	14·0	—	—	—
	0·5	0·6	1·2	3·5	7·4	**15·8**	**22·4**	**22·4**	—
	0·5	0·5	0·6	0·9	1·3	5·4	10·3	19·5	**28·7**
Spitze	0·5	0·5	0·5	0·5	0·7	0·9	1·2	1·4	4·3

Diese Versuche mehrmals wiederholt, führten immer zu gleichen Ergebnissen; aus ihnen geht zunächst mit Bestimmtheit hervor, dass die Art und Weise des Wachsthumsverlaufes unabhängig ist von der Beschaffenheit des die Wurzel umgebenden Mediums.

In allen drei Versuchen tritt uns dasselbe Bild entgegen. Die Wurzeln beginnen ihr Wachsthum, indem sie sich in der Nähe des Wurzelhalses strecken, das Wachsthumsmaximum nähert sich hierauf der Spitze, indem die Geschwindigkeit der progressiven Bewegung zugleich abnimmt; ein Wachsthumsverlauf, der der früher aufgestellten Norm vollkommen entspricht. Dass der Totalzuwachs abhängig ist von dem Substrat, auf dem die Wurzel wächst, ist bekannt; auch bei unseren Versuchen zeigt die in feuchtem Sägemehl gewachsene den stärksten Zuwachs, indem sie in drei Tagen eine Länge von 84·7 Mm. erreichte; den zweiten Rang nimmt die Wurzel aus der Wassercultur ein, ihre Endlänge betrug 68·5 Mm., während die in feuchter Luft gezogene eine solche von 57·7 Mm. erlangte.

Bereits die mitgetheilten Tabellen setzen uns in Stand zu erkennen, dass verschiedene Temperaturen das Wachsthumsgesetz nicht in irgend einer Weise zu verändern vermögen. Ich will hier nur daran erinnern, dass z. B. die in Tab. 5 verzeichnete Versuchsreihe bei einer Temperatur von 16—18° C. angestellt wurde, während die in Tab. 4 dargestellte bei 23 bis 24·5° C. verlief. Trotzdem ergaben beide gleiche Resultate. Dass das Wachsthumsgesetz auch hervortritt bei einem Wachsthum in der Nähe des Temperaturminimums, soll folgende Beobachtungsreihe zeigen: Junge, circa 1 Cm. lange Wurzeln vom *Pisum sativum* wurden in feuchter Luft bei 9—10° C. gezogen. Die Messungen erfolgten täglich um 9 Uhr Morgens. Vier Parallelversuche. (Siehe Tabelle Seite 100).

Dass bei den in höheren günstigeren Vegetationsbedingungen entsprechenden Temperaturen ausgeführten Versuchen das Wachsthum rascher verlief, kann wohl nicht befremden.

Auf Grund dieser Versuche lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, dass weder die Beschaffenheit der umgebenden Medien, noch verschiedene Temperaturen auf das Wachsthumsgesetz einen Einfluss ausüben, soferne

nur jene Bedingungen hergestellt sind, unter welchen das Wachsthum überhaupt möglich ist.

41.

Zeit der Beobachtung	October								November		
	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	1.	2.	3.
Oben	0·7	0·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0·7	**0·9**	**1·0**	1·1	1·5	—	—	—	—	—	—
	0·7	**0·9**	**1·0**	**1·8**	3·1	3·2	—	—	—	—	—
	0·7	0·8	0·9	1·4	3·7	4·0	—	—	—	—	—
	0·7	0·8	0·9	1·4	**4·5**	4·5	—	—	—	—	—
	0·7	0·7	0·9	1·2	4·1	6·8	—	—	—	—	—
	0·7	0·7	0·8	1·0	2·5	**10·8**	0·6	—	—	—	—
	0·7	0·7	0·7	0·9	1·2	3·6	1·6	1·8	—	—	—
	0·7	0·7	0·7	0·7	0·8	1·0	**2·4**	3·5	—	—	—
	0·7	0·7	0·7	0·7	0·7	0·8	2·0	**8·4**	**11·2**	**11·2**	—
							1·2	3·0	5·2	10·2	**13·5**
							0·8	0·8	0·8	0·9	1·0
Spitze											

Die Frage nach der Betheiligung der Wurzelspitze an dem Zustandekommen mehrfacher Bewegungserscheinungen ist in neuerer Zeit eine viel behandelte Frage der pflanzenphysiologischen Forschung. Es ist hier natürlich nicht der Ort, auf diese Frage näher einzugehen, nur sei des Umstandes Erwähnung gethan, dass zur experimentellen Prüfung der Bedeutung der Wurzelspitze vielfach Versuche mit decapitirten Wurzeln nöthig sind. Es möge hier am Platze sein, zu untersuchen, ob durch Abtragung der Wurzelspitze der Wachsthumsverlauf in der betroffenen Wurzel von dem gesetzmässigen in irgend einer Weise abweiche, oder ob auch die Decapitation blos einen Einfluss auf die Grösse des Totalzuwachses ausübe. Zu diesem Zwecke wurden Keimwurzeln von *Zea Mais* verwendet, von denen ein Theil intact blieb, während an den übrigen die Spitze in einer Länge von 1 Mm. abgetragen wurde. Es ist natürlich, dass die Versuche nicht lange dauern konnten, da bei einer Versuchsdauer von mehr als 72 Stunden die decapitirten Wurzeln zu sehr im Wachsthume zurückblieben, um überhaupt noch mit den intakten vergleichbar zu sein.

42.

Wurzeln in einem frühen Entwicklungsstadium 5—6 Mm. lang.

Cultur im feuchten Raum. Temperatur 16—18° C.

Fünfzehn Versuche. Übereinstimmende Ergebnisse.

A. Decapitirt. *B.* Intact.

Zeit der Beobachtung	5. XII.			6.XII.	Zeit der Beobachtung	5. XII.			6.XII.
	8h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.		9h M.	3h N.M.	9h A.	9h M.
Oben	0·5	0·6	0·7	0·9	Oben	0·5	**0·7**	0·8	0·4
	0·5	**0·7**	0·8	1·2		0·5	**0·7**	0·9	1·3
	0·5	0·6	**0·9**	1·7		0·5	0·6	**1·0**	1·5
	0·5	0·5	0·7	2·0		0·5	0·6	**1·0**	2·3
	0·5	0·5	0·6	2·3		0·5	0·5	0·7	2·8
	0·5	0·5	0·6	**2·5**		0·5	0·5	0·6	**3·2**
	0·5	0·5	0·5	1·4		0·5	0·5	0·6	2·1
	0·5	0·5	0·5	1·0		0·5	0·5	0·5	1·4
	0·5	0·5	0·5	0·6		0·5	0·5	0·5	0·9
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5	Unten	0·5	0·5	0·5	0·5

43.

Ältere Wurzeln. Cultur im feuchten Raum. T. = 20—21·5° C.

A. Decapitirt. *B.* Intact

Zeit der Beobachtung	20. XI.	21.		22.		23.	Zeit der Beobachtung	20.XI.	21.		22.	23.
	9h M.	9h M.	9h A.	9h M.	9h A.	9h M.		9h M.	9h M.	9h A.	9h M.	9h M.
Oben	1·0[1]	1·0	—	—	—	—	Oben	1·0	—	—	—	—
	1·0	1·0	—	—	—	—		1·0	—	—	—	—
	1·0	1·0	—	—	—	—		1·0	1·2	—	—	—
	1·0	1·8	—	—	—	—		1·0	4·5	—	—	—
	1·0	5·0	—	—	—	—		1·0	**9·0**	1·2[2]	—	—
	1·0	**13·2**	—	—	—	—		1·0	2·0	3·2	—	—
	1·0	2·8	1·0[2]	—	—	—		1·0	1·0	**3·9**	**8·8**	9·5
			1·8	—	—	—				1·8	2·0	**9·7**
			2·5	2·8	2·9	—				1·0	1·0	2·0
			1·4	**3·2**	**3·5**	—						
Unten			1·0	1·0	1·5	**3·7**						

[1] An den 15—17 Mm. langen Wurzeln wurde blos ein 7 Mm. langes Stück von der Spitze ab markirt

[2] Die 5 untersten Millimeter wurden neu markirt.

Ein Vergleich der decapitirten Wurzeln mit den intakten, deren Wachsthumsverlauf in Tab. 42 u. 43 sich zeigt, lehrt, dass auch ein Wegschneiden der Wurzelspitze das Wachsthumsgesetz nicht aufhebt und dass daher decapitirte Wurzeln, wenigstens in der ersten Zeit nach der Decapitation, in Bezug auf die Art und Weise des Wachsthumsvorganges im Wesentlichen sich wie normale verhalten.

Ueber die Beziehung des Wachsthums zu Zellbildung und Zellstreckung.

Durch die mitgetheilten Beobachtungen sind wir in die Lage versetzt, das Wachsthum der Wurzel in seinem Verlaufe überschauen zu können. Es drängt sich hiebei die Frage auf, welcher Art denn die Vorgänge seien, die sich uns äusserlich in der Verlängerung einzelner Theile der Wurzel bemerkbar machen. Vergleichende Untersuchungen des anatomischen Baues können eine Beantwortung dieser Frage ergeben.

Betrachtet man die Radicula eines Samens, so zeigt dieselbe in ihrer ganzen Länge gleiche oder wenigstens nahezu gleiche Dimensionen in den Elementen. Dieselben sind durchweg meristematischer Art, nahezu isodiametral; blos am Grunde besteht die Wurzel zuweilen aus einem Gewebe relativ kleinerer Zellen. So betrug z. B. die Länge der Rindenparenchymzellen [1] des 2·8 Mm. langen Würzelchens von *Zea Mais* im Durchschnitte

44.

Am Grunde der Wurzel	0·019 Mm. [2]
Im oberen Drittel	0·031
In der Mitte	0·031
An der Spitze	0·029

Dieselben Messungen an *Pisum sativum* durchgeführt ergaben:

[1] Zahlreiche vergleichende Beobachtungen ergaben, dass zu diesen Messungen die Rindenparenchymzellen am geeignetsten seien, da sie allein bei Wurzeln gleicher Entwicklungsstufe relativ gleiche Werthe ergaben.

[2] In Folgendem repräsentiren alle Angaben über Zellengrösse und Zellenzahl Durchschnittswerthe aus mindestens zehn Beobachtungen.

45.

Länge der Wurzel 3·7 Mm.

Länge der Rindenparenchymzellen:

am Grunde der Wurzel	0·026 Mm.
in der Mitte	0·025
an der Spitze	0·024

Diese Zusammensetzung der Wurzel aus nahezu gleichlangen Zellen ist leicht begreiflich. Bei Anlage der Radicula erfolgte eine rege Bildung von Zellen, deren Zahl durch Theilungen sogleich vermehrt wird. Das Wachsthum ist in dieser Zeit noch sehr gering, und, wie die Gleichheit der Zellen gleicher Art lehrt, ein gleichmässiges.

Nach vorausgegangener Quellung beginnt nun Wachsthum der Keimlingswurzel, und zwar, wie auf pag. 89 gezeigt wurde, zunächst am Wurzelhalse. Eine Messung der Zellenlängen in dieser Zeit ergibt folgende Resultate:

46.

Zea Mais. Länge der Wurzel 5·0 Mm.

Länge der Zellen:

am Wurzelhalse (Maxim. d. Wachsthums)..	0·078 Mm.
in der Mitte (schwaches Wachsthum)	0·046
an der Spitze (unverändert).....	0·031

47.

Pisum sativum. Länge der Wurzel 4·2 Mm.

Länge der Zellen am Wurzelhalse	0·031 Mm.
„ „ „ in der Mitte	0·027
„ „ „ an der Spitze	0·024

Es zeigt sich also eine grössere Länge der Zellen im gewachsenen Theile, sowohl denjenigen gegenüber, die in anderen Wurzelzonen liegen, als auch im Vergleiche zu ihrer eigenen ursprünglichen Länge, die wir aus Tab. 44 und 45 entnehmen können. Die Zellen des Wurzelhalses streckten sich bei *Zea Mais* im Durchschnitte von 0·019 auf 0·078 Mm., bei *Pisum* von 0·026 auf 0·031 Mm.

Ein weiteres Entwicklungsstadium zeigt uns das Wachsthumsmaximum in der Mitte der Wurzel gelegen. In der folgenden Tabelle finden sich die Werthe verzeichnet, die die Zellenlängen in den verschiedenen Zonen angeben:

48.

Zea Mais. Länge der Wurzel 21 Mm.

Wurzelhals (ausgewachsen)	0·250 Mm.
Wurzelmitte (Wachsthumsmaximum)	0·263
Wurzelspitze (unverändert)	0·028

49.

Eine Wurzel von *Pisum sativum* wurde in neun Zonen à 0·5 Mm. markirt. Nach 24 Stunden betrug die Länge derselben:

Wurzelhals Spitze

0·6, 1·0, 1·8, 2·8, 3·7, 2·9, 0·9, 0·8, 0·5

A *B* *C*

Die Zellenlängen waren:

in Zone *A*	0·138 Mm.
„ „ *B*	0·148
„ „ *C*	0·040

Die grössten Werthe fallen in die Zone des Maximalzuwachses (*B*), die Zellen am Wurzelhalse waren weniger, aber immerhin bedeutend, die der Spitze hingegen fast gar nicht gewachsen. (Vergl. Tab. 44 u. 45.)

In allen bisher betrachteten Entwicklungsstadien sahen wir die längsten Zellen in der Zone des stärksten Zuwachses, so dass sich schon hieraus schliessen lässt, dass letzteres von der Streckung der ursprünglich angelegten Zellen herrührt. Indem diese Streckung immer neue Zellenlagen erreicht, schreitet das Wachsthum nach der Spitze fort. Dass jedoch blos Zellstreckung in dieser Zeit das Wachsthum bewerkstelligt, lehren folgende Beobachtungen.

Aus den Tabellen 44—49 lässt sich leicht die durchschnittliche Zahl der Rindenparenchymzellen berechnen, die der Länge nach einander folgen. Es ergibt sich für:

50.

Zea Mais.

Tab. 44. (Radicula) . . . . . 107 Zellen
„ 46. (Maximum am Grunde) . . 98 „
„ 48. (Maximum in der Mitte) . . 111 „

51.

Pisum sativum.

Tab. 45. (Radicula) . . . . . 149 Zellen
„ 47. (Maximum am Grunde) . . 155 „
„ 49. (Maximum in der Mitte) . . 147 „

Sieht man hiebei von den durch Individualität bedingten, nicht zu vermeidenden Unregelmässigkeiten ab, so zeigt sich nahezu dieselbe Zellenzahl in allen drei Entwicklungsstadien. Dasselbe ergibt sich aus folgender Versuchsreihe: An drei 4·5 Mm. langen Würzelchen von *Pisum sativum* (*A*) wurde die Zahl der übereinanderstehenden Epiblem- und Rindenparenchymzellen gezählt. Dasselbe geschah an drei Wurzeln, die jenen möglichst gleich waren, nachdem sie 24 Stunden gewachsen waren und eine durchschnittliche Länge von 22·6 Mm. erreicht hatten (*B*).

52.

	A	*B*
Epiblemzellen	145	150
Rindenparenchymzellen . .	150	151

An den 22·6 Mm. langen Wurzeln hatte die Zone des stärksten Wachsthums eine Entfernung von circa 4 Mm. von der Spitze. Es beweisen daher alle diese angeführten Beobachtungen, dass das Wachsthum der Wurzel, so lange die am stärksten wachsende Region am Grunde oder an der Mitte der Wurzel liegt, genauer gesagt, so lange dieselbe der Spitze nicht bis auf 4—5 Mm.[1] nahe gekommen ist, blos auf Streckung der bereits im Samen angelegten Zellen beruht.

Aus unseren Beobachtungen über den Wachsthumsverlauf wissen wir, dass das Wachsthum bei Wurzeln, die höheres Alter besitzen als jene, an denen wir bisher unsere Messungen durch-

[1] Die Zahlen drücken natürlich blos die Verhältnisse bei den beobachteten Pflanzen aus.

führten, in der Weise verläuft, dass die Verlängerung blos in einer knapp oberhalb der Spitze gelegenen Zone stattfindet, welche Zone stets, allerdings bedeutend langsamer, als dies früher der Fall war, der Spitze näher rückt. Prüft man Wurzeln dieses Stadiums auf die Zahl ihrer Zellen, so findet man dieselbe desto grösser, je älter die Wurzel wurde. Es tritt also hier bereits Zellneubildung zur Streckung hinzu. So fanden sich an einer Erbsenwurzel

53.

von	17 Mm.	Länge	145	Rindenparenchymzellen [1]
„	27 „	„	189	„
„	39 „	„	242	„
„	52 „	„	312	„

Die Theilungen erfolgen jedoch blos in einer Region an der Spitze. Die dadurch neu entstandenen Zellen kommen successive zur Streckung. Auf diese Weise bleibt die Zone des Wachsthums (der Streckung) stets von der Spitze geschieden durch jenen Wurzeltheil, in dem die Zelltheilungen vor sich gehen.

Das getrennte, respective gleichzeitige Wirken von Zelltheilung und Zellstreckung gibt uns die Möglichkeit, im Wachsthum der Wurzel zwei Stadien zu unterscheiden, die auch in ihrem äusseren Auftreten sich genügend kennzeichnen:

I. Stadium: Die Region des stärksten Zuwachses befindet sich am Wurzelhalse und rückt von dort gegen die Spitze vor bis auf eine Distanz von circa 4 Mm. — Nur Zellstreckung.

II. Stadium: Die wachsende Region befindet sich in einer kurzen Distanz von der Spitze, der sie sich nähert, um in ihr endlich zu erlöschen. Das Vorrücken erfolgt langsam. — Zelltheilung und darauffolgende Streckung.

Aus den Verschiedenheiten der beiden Stadien ergibt sich die Erklärung einiger begleitender Erscheinungen sehr leicht.

[1] D. h. im Längsschnitte sind in einer von der Spitze gegen den Wurzelhals ansteigenden Reihe 145 Zellen zu zählen.

Schon auf pag. 91 wurde hervorgehoben, dass das Vorrücken der wachsenden Region im ersten Stadium rasch, im zweiten bedeutend langsamer erfolgt. Es ist dies nur eine nothwendige Consequenz der oben angeführten Verhältnisse. Während im ersten Falle dem Vorrücken der wachsenden Region nichts im Wege steht, indem eine Zellreihe nach der andern in Streckung kommt, wird dieses Vorrücken, sobald die Wurzel in das zweite Stadium tritt, bedeutend verzögert durch die fortwährende Bildung neuer Zellen. Erst nachdem diese die Länge ihres Dauerzustandes erreicht haben, kommen die an der Spitze selbst gelegenen Elemente zur Streckung, womit das Wachsthum sein Ende erreicht.

Bereits van Tieghem[1] zeigte, dass Würzelchen, die vom Hypocotyl abgetrennt wurden, noch eine Zeit lang fortwuchsen, ihr Wachsthum jedoch bald einstellten. Die verhinderte Stoffzufuhr aus den Cotylen macht ein weiteres Wachsthum unmöglich. Es können in solchen losgetrennten Wurzeln nur jene Vorgänge ungestört verlaufen, die unabhängig von der Zufuhr der Reservestoffe sind. Hieher gehört sicherlich die Zellstreckung, die zunächst abhängt von der Aufnahme des nöthigen Wassers, die, vorausgesetzt, dass die Verhältnisse im Übrigen normal sind, auch in diesem Zustande stattfinden kann. Da nun Zellstreckung allein massgebend erscheint bei dem Zustandekommen des Wachsthums im ersten Stadium, so lässt sich im Voraus bereits muthmassen, dass dieser Theil des Wachsthums in von Stengel und Cotylen losgetrennten Wurzelchen im Allgemeinen normal auftreten wird. Thatsächlich wurde dieser Gedanke bestätigt durch Versuche, von denen ein Theil hier Platz finden möge.

Aus gequollenen Samen wurden die Würzelchen herausgeschnitten, die Schnittflächen durch feucht gehaltenes Filterpapier verschlossen und hierauf die Wurzeln markirt. Die Cultur verlief im feuchten Raume.

---

[1] Ph. van Tieghem. Recherches physiologiques sur la germination. Ann. des Sc. nat. 5. Serie. T. XVII. 1873. p. 205—225. Vergl. auch G. Marek. Das Saatgut und dessen Einfluss auf Menge und Güte der Ernte. Wien, 1875, p. 144.

54

Phaseolus multiflorus. T. = 22·5—23° C.

Zeit der Beobachtung	30. October 9h M.	31. October 9h M.	1. November 9h M.	2. November 9h M.
Oben	0·5	**0·8**	1·1	—
	0·5	0·7	1·1	—
	0·5	0·7	1·1	—
	0·0	0·6	**1·2**	—
	0·5	0·6	1·0	1·4
	0·5	0·5	0·6	**3·2**
	0·5	0·5	0·5	1·4
	0·5	0·5	0·5	0·6
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5

55.

Cucurbita Pepo. T. = 21·0—22·5° C.

Zeit der Beobachtung	1. November 9h M.	2. November 9h M.	3. November 9h M.	4. November 9h M.
Oben	0·5	0·8	1·2	—
	0·5	**0·9**	1·5	1·6
	0·5	0·8	**1·8**	2·1
	0·5	0·7	1·2	2·3
	0·5	0·6	0·7	**3·2**
	0·5	0·5	0·6	0·8
Unten	0·5	0·5	0·5	0·5

Ein Vergleich dieser Versuchsreihen mit früher mitgetheilten (etwa T. 8—10 und T. 20—21), die mit intacten Keimlingen angestellt wurden, zeigt, dass ein wesentlicher Unterschied im Verlauf des Wachsthums nicht existirt, so lange die Wurzeln im ersten Stadium sich befinden. Die in Versuch 54 und 55 verwen-

deten Wurzeln wuchsen nach dem vierten Versuchstage überhaupt nicht mehr; das Wachsthum erlosch in dem Momente, als die Wurzeln aus dem ersten in das zweite Wachsthumsstadium treten sollten.

Wurden die eben beschriebenen Versuche mit Wurzeln unternommen, die bereits älter waren, so wuchsen sie nur kurze Zeit, nur so lange eben, als die Streckung der bereits gebildeten Zellen dauerte, neue Zelltheilungen traten nicht ein.

Abgesehen von dem methodischen Werthe, den diese Thatsachen besitzen, insoferne sie uns nämlich die Möglichkeit bieten, das erste Wachsthumsstadium vom zweiten sicher zu scheiden, lehren sie uns auch einen weiteren Unterschied zwischen diesen beiden Stadien, indem nämlich das erste, blos auf Streckung beruhende, unabhängig von der Nahrungszufuhr aus den Cotylen ist, während im zweiten Stadium eine Zuleitung der Nährstoffe aus den Reservebehältern unbedingt nothwendig erscheint.

Es lag bei Betrachtung der anatomischen Verhältnisse der wachsenden Wurzel nahe, auch Rücksicht zu nehmen auf jene spontane Nutation der Wurzeln, welche von Sachs [1] entdeckt und von Darwin mit dem Namen „Sachs'sche Krümmung" belegt wurde.

Bisher wurde angenommen, dass spontan nutirende Organe aus unbekannten, indess in der Organisation der Pflanze begründeten Ursachen an einer Seite stärker als an der entgegengesetzten wachsen. Wiesner [2] hat für nutirende Internodien den Nachweis erbracht, dass dieselben ihrer Anlage nach ungleichseitig sind, nämlich an einer Seite mehr Zellen als an der andern auftreten, die Zellen selbst aber untereinander gleiche Grösse besitzen. Kommen diese Zellen ins Strecken, so muss die der Anlage nach längere Seite convex, die kürzere concav werden. Es kommt also zur Krümmung, obgleich die Wachsthumsfähigkeit gleicher Flächenstücke der beiden Seiten gleich gross ist.

---

[1] Arbeiten des bot. Institutes in Würzburg. I, pag. 402 ff.

[2] Untersuchungen über die Wachsthumsgesetze der Pflanzenorgane. I. Reihe. Nutirende Internodien. l. c, p. 82 ff.

In Folgendem sollen nun in aller Kürze meine Beobachtungen über die oben erwähnte Nutationserscheinung bei Wurzeln Platz finden, die vielleicht die Möglichkeit ergeben werden, das Zustandekommen dieser Nutation in einer analogen Weise, wie Wiesner dies für die Nutation oberirdischer Theile that, zu erklären. Meine Beobachtungen beziehen sich hiebei auf die Hauptwurzel von *Pisum sativum*.

Betrachtet man das im Samen befindliche Würzelchen dieser Pflanze, so zeigt dasselbe nicht wie die Wurzeln der meisten anderen Pflanzen einen regelmässigen, sondern einen symmetrischen Bau. Die Radicula ist im Allgemeinen kegelförmig. In der Nähe der Spitze ist die eine Seite flach, die andere convex abgerundet, welches Formverhältniss bewirkt, dass die Spitze selbst nach einer Seite, und zwar nach der Vorderseite[1] des Samens hin, verschoben erscheint. Das mikroskopische Bild eines Längsschnittes weist in Bezug auf die Länge der Zellen keinen Unterschied auf an den beiden Gegenseiten. Dagegen ist die Zahl der Elemente an beiden Seiten eine verschiedene. Die convexe (längere) (*a*) weist nämlich eine grössere auf als die entgegengesetzte (*b*). So fanden sich an zwei Erbsenwurzeln folgende Zahlen für die, der Länge nach sich folgenden Rindenparenchymzellen.

56.

I.		II.	
a Seite.....	316 Zellen	*a* Seite.....	298 Zellen
b Seite.....	290 „	*b* Seite.....	276 „

Die Erwägung des Umstandes, dass die Zellen, aus denen die Wurzelanlage zusammengesetzt ist, alle meristematischer Art sind, daher die Gewebe in einem spannungslosen Zustand sich befinden, lässt leicht erklären, warum diese Ungleichheit nicht schon in der Radicula eine Krümmung herbeiführt, sondern blos in der Form desselben ihren Einfluss bemerkbar macht.

Genauere Beobachtungen zeigen, dass die Ungleichheit der beiden Gegenseiten nicht an der ganzen Wurzel sich findet, sondern insbesondere an dem unteren, der Spitze zu gelegenen Theile.

[1] Ich gebrauche hier die Bezeichnungen Sachs', l. c. p. 402. „Vorderseite" nannte er jene Seite des Samens, der die concave Seite des austretenden Epicotyls zugewendet ist.

57.

Oberes 1·8 Mm. langes Stück		Unteres 2 Mm. langes Stück	
a Seite	120 Zellen	*a* Seite	174 Zellen
b Seite	116 „	*b* Seite	148 „

58.

Oberes 2 Mm. langes Stück		Unteres 2·4 Mm. langes Stück	
a Seite	123 Zellen	*a* Seite	212 Zellen
b Seite	119 „	*b* Seite	190 „

Es erscheint sehr begreiflich, dass diese ursprüngliche Verschiedenheit in der Zahl der Zellen später, sobald dieselben zur Streckung kommen und stark turgescent werden, zu einer Krümmung führen muss, und zwar in dem Sinne, dass die Seite mit der grösseren Zellenzahl der convexen, die Gegenseite dem entsprechend der concaven entspricht. Hiezu tritt noch der Umstand, dessen soeben Erwähnung geschah. Im Beginne des Wachsthumes werden zunächst die am Grunde der Wurzel befindlichen Zellen gestreckt, deren Zahl auf beiden Seiten nahezu gleich ist. Es wird daher in diesem Wachsthumsstadium keine Krümmung eintreten. Anders verhält es sich in dem Momente, wo die Streckung bereits die tiefer gelegenen Zellenreihen ergriffen hat; hier wird sie unmittelbar zur Veranlassung einer Krümmung.

Dieser aus dem Wachsthumsgesetz der Wurzel nothwendig sich ergebende Verlauf der Krümmung stimmt mit den Erscheinungen der Sachs'schen Krümmung vollkommen überein. Auch diese tritt nicht auf, sobald die Wurzel zu wachsen beginnt, sondern erst, nachdem sie eine gewisse Länge erreicht hat.

Es möge daher gestattet sein, eine Anwendung der Beobachtungen über den anatomischen Bau der Wurzel auf die Erklärung des Zustandekommens der Sachs'schen Krümmung zu machen. Dieselbe würde daher als eine Folge des ungleichseitigen Aufbaues der Radicula erscheinen.

Zusammenfassung der Resultate.

I. Das Wachsthum der Wurzeln ist in den ersten Entwicklungsstadien ein gleichmässiges, später, vom Keimungsstadium an, ein localisirtes; doch ist im letzteren Falle die Lage der maximalen Wachsthumszone veränderlich. Das Wachsthum beginnt am Wurzelhalse und rückt von dort allmälig gegen die Spitze vor, um, sobald es diese erreicht, zu erlöschen.

II. Je näher die wachsende Region der Wurzelspitze kommt, desto geringer wird die Geschwindigkeit, mit der ihr Weiterrücken erfolgt.

III. Die Länge der wachsenden Region nimmt, während letztere gegen die Wurzelspitze vorrückt, zu, erreicht ein Maximum und nimmt dann wieder ab.

IV. Weder die Beschaffenheit der umgebenden Medien, noch verschiedene Temperaturen üben einen Einfluss auf das Wachsthumsgesetz aus; auch Decapitation vermag den Verlauf des Wachsthums, wenigstens in der ersten Zeit, im Wesentlichen nicht zu alteriren.

V. Das Wachsthum der jungen Wurzel beruht, so lange die Region des stärksten Zuwachses der Spitze noch nicht bis auf circa 4 Mm. (bei den untersuchten Pflanzen) nahe gekommen ist, nur auf Streckung der bereits im Samen angelegten Zellen. Indem diese Streckung immer neue Zellschichten ergreift, rückt die wachsende Region gegen die Spitze vor. (Erstes Stadium des Wachsthumsverlaufes.)

VI. Bei dem Wachsthume von Wurzeln, an denen die Zone des maximalen Zuwachses bereits der Spitze bis auf 4 Mm. oder weniger (bei den untersuchten Pflanzen) nahe gekommen ist, gehen Zelltheilung und Zellstreckung parallel. Die in der Nähe der Wurzelspitze neu gebildeten Zellen gehen unmittelbar in Streckung über und bedingen dadurch das Wachsthum. (Zweites Stadium.)

VII. Das Wachsthum der Wurzel im ersten Stadium erfolgt unabhängig von der Zuleitung von Reservestoffen aus den Cotylen oder dem Endosperm.

VIII. Die Sachs'sche Krümmung ist in einer ungleichseitigen Anlage der Wurzel begründet. Es steht diese Thatsache in Übereinstimmung mit der Erklärung, die Wiesner bezüglich des Zustandekommens der spontanen Nutationserscheinungen anderer Organe gegeben hat.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIX. Band. III. Heft.

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

VII. SITZUNG VOM 6. MÄRZ 1884.

Se. Excellenz der Herr Ackerbauminister Graf von Falkenhayn übermittelt der Akademie ein Exemplar des aus Anlass seiner im vorigen Jahre nach Südfrankreich, Tirol und Kärnten unternommenen Reise von dem Regierungsrathe Prof. Dr. Arthur Freiherrn v. Seckendorff verfassten und vom k. k. Ackerbauministerium herausgegebenen Werkes: „Verbauung der Wildbäche, Aufforstung und Berasung der Gebirgsgründe.“ (Mit 122 Abbildungen im Text und einem Atlas mit 35 Tafeln).

Der Bürgermeister Herr Eduard Uhl übermittelt ein Exemplar seines Berichtes: „Die Gemeindeverwaltung der Reichshaupt- und Residenzstadt Wien in den Jahren 1880 bis 1882.“

Herr Regierungsrath Prof. Dr. G. A. V. Peschka an der technischen Hochschule in Brünn übermittelt den zweiten Band des von ihm herausgegebenen Werkes: „Darstellende und projective Geometrie nach dem gegenwärtigen Stande dieser Wissenschaft.“ (Mit 11 Tafeln).

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine Arbeit aus dem physiologischen Institute der deutschen Universität in Prag von dem Assistenten dieses Institutes Herrn Dr. J. Singer, betitelt: „Zur Kenntniss der motorischen Functionen des Lendenmarks der Taube.“

Das c. M. Herr Professor Friedrich Brauer übersendet eine Abhandlung des Herrn Josef Redtenbacher, Supplent an der Communal-Oberrealschule in Mariahilf (Wien), unter dem Titel: „Übersicht der Myrmeleoniden-Larven.“

Das c. M. Herr Prof. V. v. Ebner übersendet eine Arbeit aus dem Institute für Histologie und Embryologie der Universität

zu Graz von Herrn stud. phil. Jos. H. List: „Über Becherzellen im Blasenepithel des Frosches.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1 „Über farbige Verbindungen des Phenols mit aromatischen Aldehyden“, von Herrn Prof. K. Zulkowsky an der technischen Hochschule in Brünn.

2. „Über constructive Theorien und metrische Beziehungen in ebenen Curven dritter Ordnung mit Doppelpunkt“, von Herrn Professor W. Binder an der vereinigten niederösterreichischen Landes-Oberrreal- und Fachschule für Maschinenwesen in Wiener-Neustadt.

Ferner macht der Secretär die Mittheilung, dass das c. M. Herr Professor Sigmund Exner das in der Sitzung vom 1. Februar 1883 von ihm hinterlegte versiegelte Schreiben zurückziehe.

Folgende versiegelte Schreiben werden behufs Wahrung der Priorität vorgelegt:

1. Von Herrn C. Auer v. Welsbach in Wien, mit der Aufschrift: „Über neue Funkenphänomene und deren Anwendung auf wissenschaftlichem und technischem Gebiete.“

2. Von den Herren Dr. Alexander Mandl und Willib. Vinier in Wien, mit der Aufschrift: „Über die Gewinnung eines nutzbaren Metalles.“

Das w. M. Herr Hofrath v. Hochstetter überreicht zwei weitere Detailberichte für den siebenten Bericht der prähistorischen Commission über die Arbeiten derselben im Jahre 1883.

3. „Fortsetzung der Ausgrabungen in den mährischen Höhlen, von J. Szombathy.

4. „Urnenfunde nächst Kožužan bei Olmütz“, von Wilibald Müller, k. k. Bibliotheksscriptor in Olmütz.

Das w. M. Herr Regierungsrath Dr. Steindachner überreicht eine Abhandlung des Herrn Dr. Emil v. Marenzeller, Custos am k. k. zoologischen Hofcabinet, unter dem Titel: „Zur

Kenntniss der adriatischen Anneliden. III. Beitrag. (Terebellen = *Amphitritea* Mgrn.)“

Das w. M. Herr Prof. v. Lang überreicht eine Abhandlung: „Die Lösungsflächen des Kalkspathes und des Aragonites. I. Lösungsflächen und Lösungsgestalten des Kalkspathes“, von dem c. M. Herrn Prof. V. v. Ebner in Graz.

Herr Prof. V. v. Lang überreicht ferner eine Abhandlung: „Beweis der Giltigkeit des Fermat'schen Satzes für die Lichtbewegung in doppelbrechenden Medien,“ von Herrn J. Pitsch, Assistent an der technischen Hochschule in Wien.

Das w. M. Herr Prof. Dr. L. von Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit von Herrn Dr. J. Herzig: „Studien über Quercetin und seine Derivate“, I. Abhandlung.

Herr Prof. v. Barth überreicht ferner eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Dr. M. Kretschy verfasste Abhandlung: „Bemerkungen über das Picrotoxin.“

Das w. M. Herr Director v. Kerner überreicht eine Abhandlung: „Gramina nova vel minus nota“, auctore E. Hackel.

Das w. M. Herr Prof. Wiesner überreicht eine im pflanzenphysiologischen Institute von Herrn Alex. Rosoll ausgeführte Arbeit: „Beiträge zur Histochemie der Pflanzen.“

Herr Prof. Dr. A. Adamkiewicz aus Krakau überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Neue Rückenmarkstinctionen und ihre Ergebnisse am normalen Gewebe“.

Herr F. K. Ginzel in Wien überreicht die dritte Abhandlung seiner Astronomischen Untersuchungen über Finsternisse, betitelt: „Ermittlung empirischer Correctionen der Bahn des Mondes.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 234. Tomo XX. Enero 15. Habana, 1884; 8°.

Académie de Médicine: Bulletin. 48e année, 2e série, tome XIII. Nos. 5—8. Paris, 1884; 8°.

— Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Annuaire. 1884. 50e année. Bruxelles, 1884; 8°.

Academy of natural sciences of Philadelphia. Proceedings. Parts I—III. Philadelphia, 1882; 8°. Part II. June — October, 1883. Philadelphia, 1883; 8°.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinische deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XX. Nr. 1—2. Halle a. S., 1884; 4°.

— königlich schwedische der Wissenschaften: Bihang till Handlingar. 8. Bandet, Häfte 1. Stockholm, 1883—84; 8°.

Akademija jugoslavenska znanosti i umjetnosti: Formae quercuum croaticarum in ditione Zagrabiensi provenientes auctore Ludovico de F. Vukotinović. U. Zagrebu, 1883; 8°.

Annuario marittimo per l'anno 1884. XXXIV annata. Trieste, 1884; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. LXX. Theil, 4. Heft. Leipzig, 1884; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1881, 3., 4. und 7. Heft. Wien, 1883/84; 8°.

Chemiker-Zeitung: Centralorgan. Jahrgang VIII, Nr. 10—13. Cöthen, 1884; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVIII, Nrs. 5—7. Paris, 1884; 4°.

Devooght, Franz: Kabeleisenbahn und Kabeltramway ohne Locomotiven und ohne Pferde, der Wagen allein auf der Bahn rollend, das aus den Schienen-Laufen unmöglich gemacht. Antwerpen, 1884; 8°.

Ehrenwerth, Joseph von: Die Regenerirung der Hochofen-Gichtgase. Leipzig, 1883; 8°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. V. Jahrgang, 1884. Heft II. Februar. Berlin, 1884; 4°.

Geologisches Comité: Berichte. 1882. Tome I. 1883. Tome I. Nr. 1—7. St. Petersburg, 1883; 8°.

— — Mémoires. Vol. I. Nr. 4. St. Petersburg, 1883; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XVII. Jahrgang. Nr. 2 & 3. Berlin, 1884; 4°.

— k. k. mährisch-schlesische zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn. LXIII. Jahrgang. Brünn, 1883; 4°.

Institute, the Canadian Toronto: Proceedings. Vol. I. Fasc. Nr. 4. Toronto, 1883; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXX. Band, 1884. II. Gotha; 4°.

Museum of comparative Zoölogy at Harvard College. Vol. XI. Nos 7 & 8. Cambridge, 1883; 8°.

— Svenska statens historiska: Teckningar. 3. Häftet (der V. Plancherna 1—5). Stockholm, 1883; Folio.

Nature. Vol. XXIX. Nos 746—748. London, 1884; 8°.

Normand, J. A.: Navigation stellaire. Paris, 1883; 4°.

Osservatorio, Real di Palermo: Publicazioni. Anni 1882—1883. Palermo, 1883; 4°.

Plateau, J.: Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la vision. Bruxelles, 1883; 4°. — Sur l'observation des mouvements très rapides, spécialement lorsqu' ils sont périodiques. Bruxelles, 1883; 8°. — Quelques expériences sur les Lames liquides minces. Bruxelles, 1883; 8°.

Smithsonian Miscellaneous Colletions. Volumes XXII—XXVII. Washington, 1882—83; 8°.

Societät, physikalisch-medicinische zu Erlangen: Sitzungsberichte. 15. Heft. November 1882 bis August 1883. Erlangen, 1883; 8°.

Société belge de Microscopie: Annales. Tome VIII. Année 1881—1882. Bruxelles, 1883; 8°.

Society, the Royal microscopical: Journal. Ser. II. Vol. IV, part 1. February 1884. London and Edinburgh; 8°.

— the Philosophical of Washington: Bulletin. Vols IV & V. Washington, 1881 & 1883; 8°.

United States: Annual Report of the Chief Signal Officer to the Secretary of War for the fiscal year ending June 30, 1880. Parts I & II. Washington, 1881; 8°.

United States: Bulletin of the Fish-Commission. Vol. I. for 1881. Washington, 1882; 8°.

— — The medical and surgical History of the War of the Rebellion. Part III. Vol. II. Surgical History. Washington, 1883; 4°.

Verein, militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XXVIII. Bd., I. Heft. 1884. Wien; 8°.

— Nassauischer für Naturkunde: Jahrbücher. Jahrgang 36. Wiesbaden, 1883; 8°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. IV. Jahrgang 1884. 2. Heft, Februar. Berlin, 1884; 4°.

— für physiologische Chemie. VIII. Band, 3. Heft. Strassburg, 1884; 8°.

Gramina nova vel minus nota.

Auctore **E. Hackel.**

Tribus: TRISTEGINEAE Benth. et Hook. Gen. Pl. III. 1080.

1. ***Arundinellae*** subgenus novum: *Myrmicelytrum.*

Spiculae in paniculae ramis ramulisve solitariae, pedicellatae; gluma I^{ma} et II^{da} coriaceae, obtusae, III^{a} chartacea, florem masculum diandrum paleatum fovens, IV^{a} infra apicem bidentatum aristata, florem ♀ diandrum tegens.

Obs. In *Arundinellis veris* spiculae secus paniculae ramulis plerumque geminae; gluma II^{da} acuta, acuminata v. breviter aristata, flos et ♀ et (ubi adest) ♂ semper triander.

A. stipoides.

Dense caespitosa. Culmi erecti, robusti, 60—80 Ctm. alti, erecti, teretes, simplices, plerumque trinodes, scaberrimi. Vaginae teretes, strictae, striatae. Ligula in seriem pilorum longorum soluta. Laminae inferiores elongatae (30—50 Ctm. lg.), angustissimae, junciformi-convolutae, superiores (10—12 Ctm. lg.) canaliculato-apertae, omnes acutissimae, rigidae, virides, glabrae, extus scaberrimae. Panicula lineari-lanceolata 15—20 Ctm. lg. densiuscula, conferta, ramis suberectis verticillatis crebris (in verticillo imo 8—20) filiformibus valde inaequalibus scabridis, longioribus ramulosis plurispiculatis, brevioribus unispiculatis. Spiculae in ramulorum apice solitariae, subterminales breviter pedicellatae, biflorae, flore inferiore ♂, superiore ♀ ab illo internodio brevi separato, lineari-lanceolatae, 8 — 9 Mm. longae, rufescentes, setosae: gluma I^{ma} et II^{da} vacuae, coriaceae, rufescentes, 3 nerves, secus nervos setis albis biseriatis verrucis nigris manifestissimis insidentibus [1] vestitae, I^{ma} oblonga, obtusissima,

[1] Hinc nomen subgeneris: μυρμηκία verruca, ἔλυτρον involucrum.

quam II^{da} lanceolato-attenuata extremo apice breviter truncata duplo brevior; III^{a} quam II^{da} $^{1}/_{5}$ brevior, lanceolato-navicularis, chartacea, acuta, 3-nervis, glabra, scabra, paleam ipsa duplo breviorem floremque ♂ fovens; IV^{a} quam III^{a} 3plo brevior, hyalina, oblonga, glabra, apice breviter bidentata, inter dentes aristam exserens basi teneram, dein mox valescentem glabram ultra spiculae apicem geniculatam infra genu tortam, superne scabram 1·5—2 Ctm. longam. Palea glumam IV^{am} aequans, oblonga, obtusa, hyalina, enervis. Lodiculae 2, cuneatae, parvulae, glabrae. Stamina 2. Stigmata 2, linearia, brevia.

Habitat: Madagascar centralis, Betsiléo in humidis leg. (Febr. 1881) Hildebrandt nr. 3999.

Diese Art sieht habituell gewissen Stipen nicht unähnlich, z. B. der *Stipa Neesiana* Trin. oder der *St. coronata* Thurnb., ist aber sicher eine *Arundinella*, falls man nicht die oben berührten Abweichungen im Blüthenstande und der Zahl der Staubgefässe als zur generischen Trennung hinreichend erachten würde, wozu nach meiner Anschauung kein genügender Grund vorliegt. Ich erlaube mir bei dieser Gelegenheit zu bemerken, dass die von Baker im Journ. of Linn. Soc. XX (1883), p. 300 beschriebene *Stipa Madagascariensis* unmöglich dieser Gattung angehören kann. Die *Gluma florifera* wird als *acuminata*, (also nicht *aristata*), die *Palea*[1] hingegen als mit einer geknieten und im unteren Theile gedrehten Granne versehen, beschrieben. Letzteres kommt überhaupt bei gar keinem bisher bekannten Grase vor. Ich vermuthe vielmehr, dass Baker's Species vielleicht eine mit der oben beschriebenen *Arundinella* nahe verwandte Pflanze darstellt. Die Beschreibung der Halme und Blätter stimmt vollkommen, und von den unfruchtbaren Spelzen wird gesagt, dass sie bräunlich und mit zwei Reihen weisser Borsten, die aus schwarzen Knötchen entspringen, versehen seien, was genau auf unsere Pflanze passt, ebenso wie die Beschreibung der *Gluma florifera* und der *Palea*, wenn man dieselbe auf unsere *Gluma* III^{a} et IV^{a} bezieht, wobei man freilich annehmen muss, dass der Verfasser die eigentliche *Palea*, sowie die männliche Blüthe sammt ihrer

[1] Im Sinne Bentham's, dem auch ich mich anschliesse, also die *Palea superior* der älteren Autoren.

Palea in der Achsel der *Gluma* III[a] übersehen hat. Letzteres ist bei älteren Stadien leicht möglich. Auch die von Baker angegebenen Dimensionen der Ährchen finden sich bei unserer Art, hingegen hat Baker's Pflanze glumae steriles lanceolatae, acuminatae, flore breviores, eine panicula laxissima, spiculae laterales sessiles etc., was sie von unserer unterscheiden würde. Ich habe mir nur erlaubt auf die auffallenden Übereinstimmungen in der Beschreibung Baker's und meiner Art aufmerksam zu machen, muss jedoch die Entscheidung über deren richtige Deutung bis auf spätere Zeit verschieben.

2. *Arthropogon stipitatus.*

Tota planta, excepto callo spiculae glaberrima.

Rhizoma dense caespitosum, radicellis crassissimis. Innovationes intravaginales.[1] Culmi circa 20 Ctm. alti, robusti, binodes, omnino vaginati, simplices, erecti, glaberrimi. Folia prope basin culmi innovationumque conferta, culmea superiora 2. Vaginae teretes, striatae, culmeae folio multo longiores, inferiores abbreviatae, summa 7 Ctm. longa. Ligula brevissima, truncata, lacinulata. Laminae e basi aequilata lineares, acutiusculae, foliorum inferiorum 5—6 Ctm. longae, 3—4 Mm. lt., planae vel siccando subcomplicatae, rigidae, virides, elevato-costatae, dorso haud carinatae, supra secus nervum medium latiuscule albo-lineatae. Panicula obovata, laxiuscula, erecta, 6 Ctm. longa, ramis binis — quaternis patulis axilla barbatis, parum inaequalibus, inferioribus circa 3 Ctm. longis, ad medium usque nudis, superne 3—4-spiculatis. Spiculae breviter pedicellatae, pedicello apice vix incrassato, basi in callum 2·5 Mm. longum stipitiformem ima basi fasciculo pilorum brevissimorum instructum contractae, ita ut longiuscule stipitatae appareant, absque callo aristisque 5 Mm. longae, uniflorae, lineari-oblongae, virides et dilute violascentes. Gluma I[ma] a reliquis paullo remota, subulata, sensim sensimque in aristam scabram, rectam, patulam abiens, cum arista 18[mm] longa, subenervis, scabra, basi callum supra descriptum formans; II[da] primam (exclusa arista) parum superans, anguste lanceolata, acuta, coriaceo-herbacea, carinata, 3-nervis, nervis lateralibus

[1] De hoc termino cfr. Hackel, Monogr. Festucarum europ. p. 3.

margini approximatis, dorso scaberrima, spice in aristam scaberrimam patulam illam glumae I^{mae} aequantem abiens. Gluma III^{a} quam II^{da} paullo brevior, vacua, inferne membranacea, superne subherbacea, lanceolata, acuta, integra, mutica, dorso scabropunctata, subcarinata; IV^{a} II^{dam} aequans, membranacea, lineari-lanceolata, acutissima, mutica, 3-nervis, carinata, glabra; V^{a} (palea?) quam IV^{a} duplo brevior, lineari-lanceolata enervis, glabra. Lodiculae cuneatae, nervulosae. Antherae 3, 1·5^{mm} longae. Ovarium oblongum, glabrum, stylis longiusculis, stigmatibus aspergilliformibus purpureis.

In insula Cuba leg. Ramond de la Sagra. (Specimen unicum vidi in herb. reg. Berolinensi.)

Von dieser Gattung war bisher nur eine einzige Art, u. zw. aus Brasilien, bekannt. Bentham und Hooker erwähnen zwar in Genera Pl. III, p. 1119, dass sie noch eine zweite, gleichfalls brasilianische Art gesehen haben, dieselbe ist aber bisher unbeschrieben. Von dem *Arthropogon villosus* Nees ist unsere neue Species habituell sehr verschieden; besonders aber ist sie durch den auffallend langen Callus an der Basis der untersten Spelze ausgezeichnet, welcher wie eine Verlängerung des Ährchenstieles aussieht, der dann scheinbar gegliedert und an der Gliederungsstelle kurz gebärtet ist. Der Callus von *Arthropogon villosus* ist hingegen sehr kurz und mit einem langen Barte besetzt, überdies hat diese Art eine männliche Blüthe in der Achsel der III. Spelze, die bei unserer Art fehlt. Letzteres scheint auch bei der noch unbeschriebenen anderen brasilianischen Art der Fall zu sein, welche Bentham und Hooker erwähnen, da die spiculae der Gattung „flore terminali unico ♀, addito interdum ♂ inferiore" beschrieben werden. Die Etiquette des von mir beschriebenen Exemplars ist von Kunth's Hand geschrieben, enthält aber nichts als den Fundort und Sammler.

3. ***Melinis minutiflora*** Beauv. ***var. mutica.***

Non differt a var. genuina nisi spiculis omnino muticis.

Madacascar centralis: Imerina in solo fertili leg. J. M. Hildebrandt. Nr. 3998. (Mart. 1881.)

Diese Varietät ist in doppelter Hinsicht interessant: erstens in systematischer, weil dadurch der Gattungscharakter (cfr.

Bentham und Hooker Gen. III, p. 1119) etwas abgeändert wird, indem zu „glumae tertiae costa plus minus in aristam rectam tenuem producta“ hinzugefügt werden muss: „rarius gluma tertia mutica“, zweitens in pflanzengeographischer, indem durch die Entdeckung dieser Species in Madagaskar das Verbreitungsgebiet derselben in sehr unerwarteter Weise erweitert wird. Bis in die neueste Zeit galt die Gattung *Melinis* als ein monotypisches, endemisches Erzeugniss der Hochebenen Brasiliens; aus Bentham und Hooker Genera ersieht man indessen, dass dieselbe Spezies in neuester Zeit auch in Südafrika auf Hügeln in der Natal-Colonie entdeckt worden ist. Ähnliche Fälle der Wiederkehr von Pflanzen der brasilianischen Campos in Madagascar bieten: *Andropogon rufus* Kunth (Hildebrandt Nr. 3893, 94), auch auf den Comoren (Hildebrandt nr. 1718) und in Centralafrika (Schweinfurth nr. 2427 et 2679), ferner *Trachypogon polymorphus* Hackel, dessen Subvar. *Mollis* (*Trachypogon mollis* Nees) Hildebrandt bei Tanararivo sammelte (nr. 4114), und von dem eine andere Varietät auch im Caplande wächst.

Tribus. ANDROPOGONEAE.

4. ***Andropogon*** (Sect. *Arthrolophis* Trin.) ***Hallii.***

Culmi 40—70^{cm} alti, robusti, subcompressi, laevissimi, e nodis 1—2 superioribus remotis ramosi, ramis floriferis, raro simplices. Vaginae (culmeae) teretes, glaberrimae, striatae, inferiores internodia aequantes v. subsuperantes, superiores illis breviores. Ligula ovato-rotundata 2—3^{mm} longa tenuiter albo-membranacea, demum fissa et margine minute fimbriata. Laminae e basi aequilata lineares, setaceo-acuminatae, inferiores 10—20^{cm} longae, 4—6^{mm} lt., vernatione convolutae, adultae planae, rigidae, glaucae, margine scaberulae ceterum utrinque laeves, glabrae, costa media tenui obtuse carinata supra albo-lineata lateralibusque prominulis percursae. Rami floriferi saepius solitarii rarius bini, elongati, stricti, simplices, glaberrimi, superiores subfastigiati, vagina spathiformi glabra circa 10^{cm} longa a spicis plus minus remota instructi. Spicae binae v. ternae 5—8^{cm} longae strictae, robustae, densiflorae, albo- v. flavido-villosae, multiflorae; rhacheos articuli pedicellique spicularum ♂ spiculas sessiles subaequantes, lineares, superne vix dilatati, apice obsolete cupulati,

dorso marginibusque dense albido- v. gilvo-villosi, villis accrescentibus summis articulum aequantibus vel superantibus, articulis cujusvis spicae imis glabrescentibus. Spiculae sessiles lineari-lanceolatae 8—11^{mm} longae viridulae v. livide subviolascentes. Gluma I^{ma} coriaceo-chartacea, a medio vel a $^1/_3$ inferiore angustata, acuta, subintegra v. minutissime bidentula, marginibus implicata, flexuris superne longe ciliatis (ciliis gluma 3—4-plo brevioribus), ceterum dorso pilis plus minusve adspersa, 6-nervis, nervis per ternos approximatis intermedio nullo, ejus loco gluma leviter canaliculato-depressa, callo pilis gluma 3—4-plo brevioribus vestito. Gluma II^{da} primam aequans, lanceolato-navicularis, acuminata, uninervis, carina longe ciliata, dorso ceterum glabra, scabra v. etiam pilosa, marginibus hyalinis glabris; III^{a} II^{dam} aequans, lanceolata, 3-nervis, (nervis lateralibus tenerrimis), marginibus implicatis, retrorsum ciliatis; IV^{a} quam III^{a} parum brevior, lanceolata, apice brevissime bidentata, ciliata, 3-nervula, e fissura aristulam exserens imperfectam 4—5^{mm} longam e glumis vix exsertam vel omnino occultam, vel gluma IV^{a} omnino mutica. Gluma V^{a} quam IV^{a} $^1/_3$ v. duplo brevior, oblonga, enervis, ciliata. Stigmata lineari-oblonga. Spiculae pedicellatae ♂ sessiles aequantes, anguste lanceolatae, viridulae v. violascentes, interdum pruinosae: gluma I^{ma} margine parum implicata, flexuris superne longe ciliatis v. spinulosis, dorso scabra, 5—9-nervis, basi (callo) fasciculo pilorum glumâ 3—4-plo breviorum munita; gluma II^{da} I^{mam} subaequans, acuta, uninervis, margine et interdum etiam carinâ ciliata; III^{a} et IV^{a} decrescentes, lanceolatae, acutae, 1—3-nerves, ciliolatae, V^{a} duplo brevior, ciliata. Stamina 3, antheris (ut in spiculis sessilibus) jam delapsis.

Subvarietates: 1. flaveolus. Villi articuli glumâ dimidiâ breviores, flavescentes, spiculae 8^{mm} longae; gluma I^{ma} (spiculae ♀) et II^{da} etiam dorso pilosae.

2. incanescens. Villi articuli glumâ dimidiâ longiores albido-canescentes; spiculae 11^{mm} longae; glumae I^{a} et II^{da} carinis tantum atque parcius pilosae.

Habitat in planitiebus altis Americae borealis ad latit. bor. 41° legg. E. Hall et J. P. Harbour anno 1862. nro. 651.

Diese ausgezeichnete Art, deren genauerer Standort auf der Etiquette nicht angegeben ist, finde ich in keiner der neueren

amerikanischen Publicationen beschrieben. In der 1874 erschienenen Synopsis of the Flora of Colorado von Porter und Coulter (pag. 152) wird ein *Andropogon argenteus* Ell. angeführt und die oben angegebene Nr. 651 von Hall und Harbour dazu citirt. Allein mit *A. argenteus* Ell. (*A. argyraeus* Schult.) hat unsere Art wenig gemein; letztere ist eine hochwüchsige Pflanze mit schmal-linealen, spitzen, aber nicht borstlich zugespitzten Blättern von conduplicativer Knospenlage, lang gegrannten Ährchen (die Granne 14—16^{mm} lang), deren erste Gluma ausser den zwei Kielnerven keine Nerven besitzt; überdies sind die gestielten Ährchen geschlechtslos und auf die kaum 2^{mm} lange erste Spelze beschränkt. Viel näher ist unser *A. Hallii* mit *A. provincialis* Lam. (*A. furcatus* Mühl.) verwandt, mit dem er namentlich in der Structur und Nervatur der Spelzen genau übereinstimmt; nur sind die Grannen des *A. provincialis* Lam. vollständig entwickelt, gekniet und 12—16^{mm} lang; die Behaarung an den Gliedern der Ährenspindel ist hier auf den Rand beschränkt und mehr als doppelt kürzer als die Glieder selbst. Beträchtliche Verschiedenheiten zeigen auch die Blätter, welche bei *A. provincialis* Lam. hellgrün und beiderseits rauh sind, und deren Ligula sehr kurz, abgestutzt und kahl ist. Nebenbei gesagt, scheint mir die Identität des *A. furcatus* Mühl. mit *A. provincialis* Lam. (welcher Name die Priorität hat) bisher noch von keinem Botaniker betont worden zu sein, wahrscheinlich weil nur wenige den *A. provincialis* Lam., eine äusserst seltene Pflanze des südlichen Frankreich, gesehen haben. Ich besitze ein bei Cannes von Gandoger gesammeltes Exemplar und cultivire überdies einen Rasen, den ich durch die Güte des Herrn Prof. Bureau lebend aus dem Pariser botanischen Garten erhielt, wo die Pflanze seit Lamarck's Zeiten cultivirt wird. Ich kann also versichern, dass *A. provincialis* Lam. und *A. furcatus* Mühl. in der That ein und dieselbe Art sind, und dass zwischen den europäischen Exemplaren und der Mehrzahl der amerikanischen nur ein ganz leichter Unterschied existirt, der höchstens zur Aufstellung einer Subvarietät berechtigt: der provincialis genuinus hat nämlich am Grunde der männlichen Ährchen ein aus kurzen, etwa 1·5^{mm} langen Haaren gebildetes Involucellum, welches bei der Subv. *Furcatus* sehr spärlich oder undeutlich ist; letztere hat hingegen die *Gluma prima spicu-*

lae ♀ tiefer gefurcht. Ich bemerke aber, dass in Amerika unter dem Namen *A. furcatus* eine Anzahl Formen bezeichnet werden, welche von der typischen Pflanze Muehlenberg's und Schreber's viel mehr abweichen, als die letztere von der europäischen. So z. B. Lindheimer, Pl. Texan. exs. nro. 741, ferner Vinzent Pl. Texan. nro. 69, die ich seinerzeit als Varietäten aufführen werde. Merkwürdig ist, dass schon Schreber, der die erste ausführliche Beschreibung und gute Abbildung des *A. furcatus* gegeben hat (in Beschreibung der Gräser II, p. 130, tab. 48) die Übereinstimmung desselben mit *A. provincialis*, von dem er nach eigener Angabe ein Gerard'sches, also authentisches Exemplar besass, betont, trotzdem aber beide für specifisch verschieden gehalten hat. Die von ihm (l. c. p. 133) angeführten Unterschiede sind mit Ausnahme der etwas seichteren Furche vollkommen illusorisch oder rein quantitativ, so dass sie nur für einen bestimmten Ernährungsgrad gelten. Ich habe bei der Thatsache der Synonymie dieser beiden, bisher für verschieden gehaltenen Pflanzen etwas länger verweilt, weil sie vom Standpunkte der Pflanzengeographie von grossem Interesse ist. Sie scheint mir kaum anders, als dadurch zu erklären, dass das inselartige Vorkommen in Südfrankreich ein Rest einer einst ausgedehnteren Verbreitung in einer früheren Periode ist, in welcher eine Verbindung zwischen den Verbreitungsgebieten in Amerika und Europa bestand. Kommt doch auch unser *Heteropogon contortus* var. *glaber* (*H. Allionii* R. et Sch.) in den Vereinigten Staaten (Arizona, Sta. Rita M. lg. Pringle nro. 460 ex Scribn.) vor; auch *A. Ischaemum* ist durch eine wenig abweichende Varietät in Westindien vertreten.

Tribus: AGROSTIDEAE.

5. *Stipa Regeliana.*

Culmi erecti, 30—40^{cm} alti, laeves, uninodes, nodo basi valde approximato vaginis abscondito, superne longe nudi. Vaginae laeves, ligula ovato-oblonga, acuta, glabra, 3—4^{mm} longa, exserta. Laminae omnes convoluto-setaceae (diam. 0·5^{mm}), innovationum 5—10^{cm}, culmeae 2—3^{cm} longae, glaucae, scabrae. Panicula 8—10^{cm} longa lineari-contracta paupera, ramis omnibus solitariis

infimis 2—3^{cm} longis bispiculatis reliquis unispiculatis, rhachi ramisque laevibus, infra spiculas parce pilosulis. Spiculae lanceolatae, leviter violaceo-suffusae. Glumae steriles aequales, lanceolatae, acutae, glabrae 12^{mm} longae, 5-nerves, nervis lateralibus glumae I^{mae} brevissimis, II^{dae} ultra medium productis, duobus interioribus cum medio arcuato-confluentibus. Gluma florifera 7^{mm} longa, dimidias steriles paullo superans, tota superficie pilosa, basi fasciculo pilorum brevi stipata, aristam exserens 16^{mm} longam persistentem medio geniculatam, columna torta pilis albidis erecto-patentibus sursum decrescentibus vestita. Palea glumam floriferam subaequans, coriacea, brunnea, binervis, inter nervos pilosula.

Habitat in Asia centrali: Issikul, Musart 7—8000′ s. m. Aug. 1877 fructif. leg. Dr. Alb. Regel.

Ex affinitate St. sibiricae Lam., St. Bungeanae Trin. et St. purpureae Griseb. St. sibirica differt culmo 3-nodo, nodo summo in medio culmo sito, ligula brevissima, foliis planis circa 4^{mm} latis viridibus, panicula 20—30^{cm} longa composita ramis 3—5^{nis} multispiculatis scabris, glumis sterilibus obtusiusculis 3-nervibus nervis distinctis ad apicem usque productis, aristae columna brevissime hispidula. St. Bungeana differt: culmo 3-nodo, vagina summa paniculae basin involucrante, paniculae ramis 3—4^{nis} 3—6-spiculatis, glumis sterilibus 3-nervibus, florifera ad medium usque seriatim pilosula superne aculeolata, arista nuda 60^{mm} longa. St. purpurea Griseb. (Gramin. Hochas. p. 62) differt glumis purpureis, arista gluma florente octuplo-duodecies longiore (50—65^{mm} longa).

Tribus: FESTUCEAE.

Subtribus CENTOTHECEAE Benth.

6. *Poecilostachys* Gen. nov.

Spiculae uniflorae secus paniculae ramos simplices geminae, altera subsessilis, altera pedicellata, rhachilla infra glumam infimam articulata, haud ultra florem producta, flore hermaphrodito. Glumae 3—4 inferiores vacuae, lanceolatae v. oblongae, carinatae, plerumque 7-nerves, herbaceo-membranaceae, muticae v. ima aristata, I^{ma} et II^{da} quam III^{a} breviores, haec interdum in axilla spiculam sterilem e glumis pluribus formatam fovens.

Gluma aut IV^{a} aut V^{a} florifera (hoc in casu gluma IV^{a} vacua tertiae simillima), quam vacua summa paullo brevior, membranacea, carinata, 3—5-nervis, mutica. Palea glumam aequans, lanceolata, integra, membranacea, binervis, sed carina unica mediana enervi munita. Nulla gluma sterilis supra florem hermaphroditum. Lodiculae 2 parvulae, late cuneatae, glabrae. Stamina 3, antheris linearibus utrinque bilobis, lobis inferioribus brevissime calcaratis v. acuminatis. Styli liberi elongati, stigmata late plumosa.

Caryopsis ignota.

Gramina foliis planis latiusculis, panicula longa angusta ramis alternis uno latere conniventibus, spicularum paribus in ramis distichis.

Lophatherum, cui proximum, differt: spiculis secus paniculae ramos sparsis nec geminatis, rhachilla supra glumam infimam articulata (ex Benth.) ultra florem producta apice glumas plures steriles aristatas gerente, glumis duabus inferioribus tantum vacuis, tertia florifera; palea hyalina 2-carinata carinis plus minus alatis.

Species mihi notae 2:

1. *P. Hildebrandtii.*

Perennis. Culmi decumbentes, e nodis radicantes, graciles, e nodis 1—2 superioribus ramos floriferos procreantes, inferne teretiusculi et dense puberuli, superne obtusanguli demum glabrescentes. Vaginae teretes, laxae, superne a culmo plus minus solutae, striatae, patenti-pilosae, internodia subaequantes. Ligula brevis, truncata (1—1·5^{mm} longa), chartaceo-membranacea pilosa. Laminae e basi angustata lanceolatae, 4—7^{cm} longae, medio 10—14^{mm} latae, acutae, rigidulae, laete virides, (emortuae rufescentes), excepto margine scaberulo laeves, glabrae, nervis creberrimis tenuibus (medio reliquis vix crassiore) hinc inde venulis transversis connexis percursae. Paniculae terminales et axillares, lineari-oblongae, 10—25^{cm} longae, erectae, laxiusculae, rhachi communi angulata laevi, ramis solitariis alternis sed uno latere conniventibus, brevibus (2—5^{cm} longis), erectiusculis, gracilibus scaberulis a basi ad apicem usque aequaliter subdensiflori. Spicularum paria disticha sed in racemi latere exteriore subconniventia, pedicellatae extus, subsessiles intus positae et sibi res-

pondentes. Pedicellus alterius spiculae 2·5—3^{mm} longus apice obsolete cupulatus cum spicula articulatus. Spiculae lineari-lanceolatae, 6—7^{mm} longae, compressae, virides, structurâ non solum in diversis speciminibus, sed etiam in una eademque panicula satis variâ.[1] *A.* Spiculae normales: Gluma I^{ma} herbacea, lanceolata, spiculâ $^1/_3$ brevior, acuta, a $^1/_4$ inferiore angustata, carinata, 7-nervis, laevis, glabra v. margine pilis parcis adspersa, in spicula pedicellata in aristam gracilem rectam 5—8^{mm} longam abiens, in spicula subsessili mutica v. breviter setigera. Gluma II^{da} I^{mam} subsuperans, lanceolata, acutiuscula, carinata, 7-nervis, glabra v. pilis adspersa; III^{a} totam spiculae longitudinem efficiens, lanceolata, acutiuscula v. obtusiuscula, versus margines pilis adspersa; IV^{a} florifera, III^{am} subaequans, 5-nervis, obtusiuscula, carinata, glabra. Palea (cfr. char. gener.) glabra. Antherae 3, 4^{mm} longae, basi calcaribus parvis (0·6—1^{mm} longis) distinctae. *B.* Spiculae uberiores: Gluma I^{a} et II^{da} et III^{a} ut in normalibus, IV^{a} vacua, III^{ae} simillima eamque superans, V^{a} ut IV^{a} normalium. Palea flosque normalis. *C.* Spiculae uberrimae: Gluma I^{ma} et II^{da} ut in normalibus, III^{a} in axilla spiculam sterilem fovens e glumis 4—5 sursum accrescentibus sensim angustioribus muticis formatam, cujus gluma I^{ma} reliquis brevior marginibus implicata, 4-nervis; gluma IV^{a} (spiculae fertilis) vacua, V^{a} florifera, 3-nervis, flore et palea ut in normalibus.

Habitat in silvis primaevis prope Andrangoloaka provinciae Imerina Madagascariae centralis ubi detexit mense Novembri 1880 infaustus Hildebrandt. (Nr. 3759.)

2. *P. geminata.*

Lophatherum geminatum Baker in Journ. Linn. Soc. XX. (1883), p. 300.

Culmi (ex descr.) gracillimi, erecti, elongati, ramosi, glabri. Vaginae elongatae versus margines dense ciliatae. Laminae lineares, acuminatae, firmulae, 10—15^{cm} longae, 6—12^{mm} lt., patulae, utrinque margineque glabrae. Paniculae terminalis et axillares usque 30^{cm} longae, ramis distantibus erecto-patentibus,

---

[1] Unde nomen genericum (ποικίλος, varius, στάχυς, spica).

inferioribus 5—7·5^{cm} longis. Spiculae (ex autopsia) saepissime geminae, patulae, lanceolatae, 6^{mm} longae, glabrae, scabrae, altera sessilis, altera pedicello 1·5^{mm} longo apice articulato fulta. Gluma I^{ma} ovato-lanceolata, spiculam dimidiam aequans, spicularum pedicellatarum mucronata, sessilium obtusa, mutica, 5—7-nervis, carina scabra; II^{da} I^{mam} aequans ovali-oblonga, obtusa, 7-nervis; III^{a} elliptica, acuta, spiculam aequans, 7-nervis, vacua; IV^{a} florifera quam III^{a} $^{1}/_{4}$ brevior, lanceolata, membranacea, tenuissime 3—5-nervis. Palea omnino ut in char. gener. Antherarum lobi inferiores acuminati, non calcarati.

Habitat in Madagascaria centrali (Baron Nr. 1061.)

Von dieser zweiten Art habe ich nur einige Ährchen gesehen, die mir Mr. Baker gütigst übersandte. Dieselben lassen bereits einige nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten von der ersten Art erkennen; noch grösser sind, der Beschreibung nach, die Differenzen in Halm und Blättern. Immerhin aber sind beide Arten sehr nahe verwandt und constituiren eine Gattung, die von *Lophatherum* wohin Baker die zweite Species stellte, durchaus verschieden ist. Der Charakter von *Lophatherum* (cfr. Benth. et Hook. Gen. pl. III. 1191) besteht darin, dass die Achse des Ährchens über die fruchtbare Blüthe hinaus verlängert ist und an ihrer Spitze mehrere, meist zahlreiche begrannte Spelzen trägt. Bei *Poecilostachys* hingegen ist die fruchtbare Blüthe anscheinend ganz terminal, es fehlt jede Spur einer Fortsetzung der Ährchenaxe jenseits derselben, ja die Vorspelze (*Palea*) besitzt sogar einen einzigen medianen Kiel (in welchem allerdings kein Nerv verläuft), eine Bildung, wie sie sonst nirgends bei Festuceen angetroffen wird, und die sonst nur bei den terminalblüthigen Oryzeen etc. wiederkehrt. Dafür finden sich unterhalb der blüthentragenden Deckspelze mindestens drei, zuweilen auch vier unfruchtbare Spelzen (Hüllspelzen), während bei *Lophatherum* immer nur die gewöhnlichen zwei Hüllspelzen anzutreffen sind, und weitere unfruchtbare Spelzen erst oberhalb der Blüthe wiederkehren. Diese beiden Gattungen, obwohl sie unstreitig verwandt sind, sind also gerade durch jenes Merkmal von einander getrennt, welches Rob. Brown zur Unterscheidung seiner zwei Hauptabtheilungen der Gramineen (Panicaceen, Poaceen) benützte: *Lophatherum* hat Spiculas sursum imperfectas, *Poeci-*

lostachys hingegen deorsum imperfectas. Überhaupt schliesst sich letztere Gattung auch noch durch andere Merkmale sehr innig den Paniceen an, zu denen sie in ganz überraschender Weise die Brücke bildet. Die Ährchenspindel ist nämlich unterhalb der untersten Hüllspelze mit dem Stielchen artikulirt, was Bentham (in Benth. und Hook. Gen. pl. III. 1077) als den wichtigsten Charakter der Panicaceen betrachtet, während sie bei *Lophatherum* (nach demselben Autor) oberhalb derselben articulirt ist. Auch sind die Ährchen von *Poecilostachys* ganz in der Art vieler *Panicum-*, *Paspalum-* und *Andropogon*-Arten in Paaren längs gemeinsamer Spindeln geordnet, während sie bei *Lophatherum* stets einzeln sind. Ich habe wohl nicht mehr nöthig, auf nebensächlichere Unterschiede der beiden Genera, wie z. B. die gespornten unteren Antherenlappen von *Poecilostachys* etc. einzugehen, um die tiefgreifende Verschiedenheit beider und die Nothwendigkeit der Gründung einer eigenen Gattung für die beiden madagassischen Arten zu beweisen. Es fragt sich zunächst noch, ob dieselbe nicht noch andere, bisher anderwärts untergebrachte Arten umfasse? Da finde ich nun in Franchet und Savatier's Enum. Pl. Japon. II. p. 605 ein *Lophatherum annulatum* n. sp. beschrieben, das in mancher Beziehung an die Verhältnisse von *Poecilostachys* erinnert, leider ist aber die Beschreibung so unklar und unvollständig, dass ich daraus nicht mit Wahrscheinlichkeit auf die Zugehörigkeit schliessen kann, und ich muss daher die neue Gattung einstweilen als ein endemisches Erzeugniss von Madagascar betrachten. Sie bietet des Eigenthümlichen genug. Die Structur ihrer Ährchen ist innerhalb des oben angedeuteten Rahmens so variabel, dass ich darnach den Namen der Gattung bildete. Bald ist die vierte Spelze die blüthentragende, bald ist es erst die fünfte, und besonders auffallend sind die in vielen Ährchen auftretenden unfruchtbaren Ährchen (ähnlich jenen von Cynosurus), welche sich stets in der Achsel der dritten Spelze des fruchtbaren Ährchens finden. In ein und derselben Rispe begegnen uns meist Ährchen aller der eben beschriebenen Bildungen. Jene unfruchtbaren Ährchen haben übrigens ihre Spelzen in derselben Mediane wie die fruchtbaren; die erste derselben steht der dritten fruchtbaren Spelze gegenüber, besitzt eingebogene Ränder, zwei Kiele und keinen Mittelnerv, verhält

sich also einer Vorspelze ähnlich; die anderen sehen den übrigen Spelzen des Ährchens ähnlich, nur sind sie schmäler.

Das grösste Interesse gewährt die neue Gattung jedenfalls dadurch, dass sie die Festuceen in so enge Beziehung zu den Paniceen bringt. Den technischen Charakteren nach gehört sie eigentlich zu den Paniceen, trotzdem verbietet die unstreitige Verwandtschaft mit *Lophatherum*, sie von diesem weit weg zu stellen, und so zeigt sie denn, dass die beiden Hauptreihen der Gräser nicht blos durch die Oryzeen und Phalarideen, sondern auch an einem anderen Punkte, nämlich vermittelst der Paniceen und Centotheceen (Subtribus der Festuceen) mit einander verknüpft sind. Erinnert doch auch der Habitus, und namentlich die Blattform der Centotheceen viel mehr an die Paniceen als an die Festuceen.

St. Pölten im Februar 1884.

Beiträge zur Histochemie der Pflanze.

Von **Alexander Rosoll.**

(Arbeiten des pflanzenphysiol. Institutes der Wiener Universität XXVII.)

Die Zahl der chemischen Individuen, welche die Pflanze in ihrem Gewebe erzeugt, ist überaus gross. Mehr als tausend dieser Verbindungen sind auf makrochemischem Wege aus der Pflanze bereits dargestellt worden, und noch immer liefert fast jede gut ausgeführte Analyse einer sonst noch nicht untersuchten Pflanze neue, nicht gekannte Producte. Ist nun auch eine nicht geringe Anzahl dieser Substanzen eingehend untersucht worden, so ist man doch in den meisten Fällen bis zur Gegenwart nicht im Stande, dieselben mikroskopisch zu erkennen und direct in der Pflanze nachzuweisen. In der physiologischen Chemie wurde die mikrochemische Analyse bisher viel zu wenig berücksichtiget. Die Folge davon ist, dass unsere Kenntnisse über die Form des Auftretens organischer Substanzen, über den wahren Sitz in den Gewebselementen, über die Zeit der Entstehung, sowie über die Veränderungen in verschiedenen Functions-Perioden der Pflanze noch sehr unvollkommen sind. Und doch sind solche Untersuchungen sowohl in wissenschaftlicher als auch in praktischer Beziehung von grosser Wichtigkeit. Einen kleinen Beitrag nach dieser Richtung zu liefern ist Aufgabe der nachfolgenden Blätter.

I. Das Helichrysin.

Im Frühling des abgelaufenen Jahres wurden mir von Herrn Professor Wiesner die Blütenköpfchen der neuholländischen Strohblumen *(Helichrysum bracteatum* Willd. var. *monstrosum)* behufs genauen Studiums des darin auftretenden eigenthümlichen Farbstoffes zur Untersuchung empfohlen.

Die Pflanze, deren köpfchenförmige Inflorescenzen sich im aufgeblühten Zustand sofort durch die lebhaft gelbe Farbe, welche sogar durch lange direct einwirkendes Sonnenlicht nicht verändert wird, auszeichnen, wird gegenwärtig allgemein in den Gärten Deutschlands cultivirt, indem die getrockneten Köpfchen zu Immortellenkränzen verwendet werden. Daselbst ist es an manchen Orten auch gebräuchlich, die getrockneten Köpfchen in Boraxlösung, der man etwas Salzsäure zufügt, einzutauchen, wodurch die Involucralblättchen schön rubinroth gefärbt werden Schon daraus konnte man schliessen, dass das vermuthliche Pigment mit den bisher bekannten gelben Blüthenfarbstoffen[1] nicht identisch sei. Diese Ansicht bestätigte auch die weitere chemische Untersuchung. Der Farbstoff lässt sich schwer durch kaltes, leicht durch kochendes Wasser, Weingeist, Alkohol, Aether und organische Säuren (Essigsäure, Oxalsäure und Weinsäure), nicht aber durch Benzol, Chloroform und Schwefelkohlenstoff ausziehen.

---

[1] L. Cl. Marquart (die Farben der Blüthen, Bonn 1835) beschäftigte sich zuerst mit den Blüthenfarbstoffen. Er nannte den den meisten gelben Blüthen gemeinsamen Farbstoff „Anthoxanthin“ ohne Unterschied, ob derselbe im Wasser löslich oder unlöslich war. Nach ihm kömmt auch in den gelben Blüthen ein in Wasser löslicher, farbloser Stoff vor, der durch Alkalien noch bei grosser Verdünnung gelb gefärbt wird. Es ist dies Hope's Xanthogen (Journal f. prakt. Chemie, 10. Bd., pag. 269). Nach Marquart unterschieden Fremy und Cloez (Journal f. prakt. Chemie, 62. Bd., pag. 269) das nur in Alkohol lösliche, an Protoplasma gebundene Blumengelb „Xanthin“ von dem in Wasser löslichen, dem „Xanthein“ während J. W. L. Thudichum (Chemisches Centralbatt Jahrg. 1869, pag. 65) für das in Alkohol lösliche Pigment den Namen „Lutein“ einführte und unter diesem nicht blos Pflanzenfarbstoffe, sondern auch gelbe Pigmente thierischen Ursprungs zusammenfasste, was er übrigens nur aus spectral analytischen Beobachtungen folgerte. G. Kraus (Über Chlorophyllfarbstoffe pag. 114) betrachtet das in Wasser lösliche Blumengelb als grundverschieden von dem in Alkohol löslichen und hält das letztere bei einem grossen Theile der betreffenden Blüthentheile geradezu identisch mit dem gelben Chlorophyllbestandtheil (Xanthophyll), welcher beim Schütteln einer Rohchlorophyllösung mit Benzol im Weingeist zurückbleibt.

Was den chemischen Nachweis des Anthoxanthin betrifft, so ist zu bemerken, dass es weder durch Alkalien noch durch verdünnte Salzsäure, Phosphorsäure oder verdünnte Schwefelsäure verändert, durch Salpetersäure dagegen grünlich gefärbt wird und durch concentrirte Schwefelsäure durch Grün in ein schönes Blau übergeht.

Das alkoholische Extract reagirt neutral und hat eine schöne goldgelbe Farbe, welche bei Zusatz von frisch bereitetem Chlorwasser verschwindet. Besonders interessant ist aber die Thatsache, dass Mineralsäuren und Alkalien dieselbe Farbenreaction hervorbringen. So werden die Blättchen und der alkoholische Auszug bei Behandlung mit concentrirter Salzsäure, Schwefelsäure, rauchender Salpetersäure, Kalilauge, Natronlauge und Ammoniak schön purpurroth gefärbt. Die durch Säuren oder Alkalien so gefärbten Lösungen erhalten bei vorsichtiger Neutralisation wieder ihre ursprüngliche gelbe Farbe. Metalloxyde und ihre Salze, wie essigsaures Blei, fällen den Farbstoff im alkoholischen Auszug mit rother Farbe. Der Niederschlag ist in Wasser und Weingeist unlöslich.

Die verwandten Species, *Helichrysum arenarium* DC., ferner das im indischen Archipel einheimische, in Südfrankreich cultivirte und daher unter dem Namen französische Immortelle bekannte *Helichrysum orientale* L., weiters die capensischen Strohblumen (*H. foetidum* Cass. und *H. hebelepis* DC.), endlich die gelbe Strandnelke (*Statice Bonduelli* Stestib.) zeigen bei gleicher Behandlung dieselben Erscheinungen, wenn auch die Intensität der Farbe geringer ist.[1]

Um das Pigment auf makrochemischem Wege und in grösserer Menge möglichst rein darzustellen, schlug ich folgenden Weg ein. Ich zog das Pigment mittelst starken Weingeist aus, dunstete ein und nahm den Rückstand mit Wasser auf. Die filtrirte Lösung wurde wieder bei geringer Temperatur eingedunstet und der jetzt gebliebene Rückstand mit absolutem Alkohol behandelt. Die abermals filtrirte Lösung wurde nach Zusatz von Wasser mit essigsaurem Bleioxyd ausgefällt, der rothe Niederschlag öfters ausgewaschen, hierauf unter Wasser durch Schwefelwasserstoff zersetzt und das Filtrat auf dem Wasserbade bei geringer Temperatur (40—50° C.) zur Trockene gebracht. Der hinterbleibende Rückstand ist eine amorphe, harzartig glänzende,

---

[1] Die rothblühenden Formen von *Helichrysum* geben merkwürdigerweise nicht diese Reactionen. Sie enthalten einen Farbstoff, der sich ähnlich wie das Anthocyan verhält.

dunkelgelbe Masse, welche sich in den genannten Flüssigkeiten löst, Wolle und Seide gelb färbt und je nach der Behandlung rothe und gelbe Lacke bildet.

Es war nun zunächst meine Aufgabe, den gefundenen Farbstoff mit einem der vorhandenen zu identificiren. Allein ich erhielt durchwegs negative Resultate. Trotz genauer Durchsicht der in der Literatur aufgezählten Pflanzenstoffe war es mir unmöglich, ein analoges Verhalten irgend einer bereits beschriebenen Substanz auch nur annähernd zu finden.[1]

Weiters war zu berücksichtigen, ob das genannte Blüthenpigment sich im Protoplasma, in der Zellflüssigkeit oder in der starren Zellhaut vorfindet, sowie denn auch, in welcher Form dasselbe in der Zelle auftritt. Zu diesem Zwecke bettete ich dünne Querschnitte von vollends ausgewachsenen Involucralblättchen in fettem Öl ein und betrachtete solche unter dem Mikroskope. Es zeigte sich, dass der protoplasmatische Zellinhalt gänzlich resorbirt war, und dass die Zellmembranen, namentlich aber das stark cuticularisirte Epithel der Sitz dieses Pigmentes sei. Hierauf untersuchte ich zur Blüthezeit im Monat Juli junge, in den verschiedensten Stadien sich befindliche Blüthenköpfchen. Die oft wiederholte Untersuchung solcher Blättchen und ihrer Querschnitte ergab, dass hier das Pigment in dem homogenen Protoplasma vorkömmt, welches deutlich contourirt und scharf gegen die farblose Membran abgegrenzt ist. Behandelt man einen solchen Schnitt mit concentrirter Zuckerlösung, so sieht man, dass sich der Primordialschlauch mit dem in ihm enthaltenen Pigment contrahirt und deutlich von der Membran abhebt; lässt man aber einen solchen Schnitt längere Zeit (16 Stunden) in Haematoxylin liegen, so tritt diese Differenzirung noch intensiver und schöner auf. An den älteren Partien solcher junger Blättchen (wie an der Spitze) sah ich hingegen das Pigment ziemlich gleichmässig im Zellinhalt wie in der Membran vertheilt. Daraus geht hervor,

[1] Der in der Rinde von *Rhamnus Frangula* L. vorkommende und von Casselman Frangulin genannte Farbstoff wird wohl auch von wässerigen Alkalien und Ammoniak mit Purpurfarbe gelöst. Er ist aber auch in Schwefelkohlenstoff löslich und färbt sich mit concentrirter Schwefelsäure sogleich schön smaragdgrün und dann erst purpurfarben, was hier nicht der Fall ist.

dass der Farbstoff in den jüngeren Involucralblättchen stets als Inhaltsstoff der Zellen und zwar an den Protoplasmakörper gebunden auftritt, dass er jedoch nach dem mit steigendem Alter der Blättchen eintretenden Degradationsprocess des Protoplasmas in den betreffenden Zellen in die Membranen wandert, hier abgelagert wird und dauernd verbleibt.

Nach Constatirung dieser Thatsachen habe ich mir die Frage vorgelegt, in welche Gruppe des chemischen Systems dieser Farbstoff gehört. Die besprochenen chemischen Eigenschaften desselben lassen vermuthen, dass wir es hier mit einer zu den Chinonen gehörigen Verbindung zu thun haben. Denn alle Chinone charakterisiren sich durch eine gelbe oder rothe Farbe und können durch schweflige Säure, Natriumamalgam etc. reducirt werden. Umgekehrt entstehen sie aus den Reductionsproducten wieder durch Oxydation. Die Richtigkeit dieser Vermuthung bestätigte sich auch, indem sowohl schweflige Säure als auch Natriumamalgam in dem durch Kalilauge purpurroth gefärbten Auszug sofort die deutlichste Entfärbung hervorriefen, während bei Zusatz von überschüssigem Alkali wieder die ursprüngliche rothe Farbe zurückkehrte.

Das Resultat ist mithin folgendes:

In den Involucralblättchen der neuholländischen und capensischen Strohblumen kömmt ein gelbes bisher noch nicht beschriebenes Pigment vor, welches ich Helichrysin nenne, und welches in den jüngeren Blättchen an das Plasma gebunden ist, in den älteren bei resorbirtem Zellinhalt in der Membran seinen Sitz hat und sich dadurch charakterisirt, dass es in Wasser, Weingeist, Alkohol und Aether, wie in organischen Säuren löslich, in Benzol, Chloroform und Schwefelkohlenstoff unlöslich ist, sowohl durch Mineralsäuren als auch durch Alkalien purpurroth gefärbt und von Metalloxyden und deren Salzen im Extract mit rother Farbe gefällt wird. Dieser Körper, welcher in alkalischer Lösung sowohl von Natriumamalgam, als auch von schwefliger Säure stark reducirt wird, dürfte als eine chinonartige Verbindung anzusehen sein, was selbstredend erst durch die genaue chemische Analyse festgestellt werden kann.

II. Pilzfarbstoffe.

Von der chemisch noch sehr wenig studirten Gruppe der Pilzfarbstoffe untersuchte ich im verflossenen Herbste den von *Peziza aurantia* Oeder, einem Discomyceten, der auf feuchtem, lehmigen Boden in den hiesigen Wäldern sehr häufig vorkömmt. Sein becherförmiger sitzender, meist etwas unregelmässiger, am Rande oft geschlitzter Fruchtkörper ist an der Aussenseite weiss, die Scheibe aber schön orangroth gefärbt. Die Asci sind mit Paraphysen untermengt, treten aus diesen nicht hervor und besitzen in ihrem Innern gewöhnlich acht bohnenförmige oder elliptische, mit grossen Vacuolen versehene Sporen. Legt man dünne Schnitte des Fruchtkörpers dieses Pilzes unter das Mikroskop, so sieht man, dass nur die Paraphysen von einem orangroth gefärbten Plasma sehr feinkörniger Structur erfüllt sind, indes die Sporenschläuche immer farblos erscheinen. Bei einer stärkeren Vergrösserung (400) erscheint das Pigment in Form von ungemein kleinen Körnchen. Behandelt man aber einen solchen Schnitt unter dem Mikroskop mit einem Wasser entziehenden Agens, wie Alkohol, Aether oder Glycerin, so bemerkt man schon bei derselben Vergrösserung, dass sich das Plasma zusammenzieht und in diesem grössere, oft in die Länge gezogene Öltröpfchen sich ansammeln, welche, durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet, den Farbstoff in sich gelöst enthalten. Diese Beobachtung lehrt, dass der Farbstoff der *Peziza aurantia* in Form von ungemein kleinen Tröpfchen an eine ölartige Substanz gebunden, im Plasma der Paraphysen gelöst vorkömmt. Ein Gleiches constatirte ich auch für *Peziza convexula*.

Um dem Gewebe das bisher noch unbekannte Pigment, welches ich Pezizin nenne, zu entziehen, kann man Wasser nicht verwenden, denn dieses vermag selbst nach mehrtägiger Einwirkung und nach langem Kochen den Farbstoff nicht zu extrahiren, woraus hervorgeht, dass derselbe mit dem von Reinke[1] in seinen Studien über das Protoplasma von *Aethalium septicum*

[1] Über die Zusammensetzung des Protoplasmas von *Aethalium septicum*, Göttingen 1880, pag. 43.

beschriebenen oranggelben Farbstoff nicht identisch ist. Doch wandte ich mit gutem Erfolg Weingeist, Alkohol und Aether als Extractionsmittel an, während Benzol erst nach längerer Einwirkung lösend wirkt. Was das Verhalten dieses Pigments zu Säuren und Basen betrifft, so mag hervorgehoben werden, dass Salpetersäure dasselbe lichtgrün färbt, während Salzsäure es farblos löst. Legt man ein Stück des getrockneten Fruchtkörpers in Schwefelkohlenstoff, so tritt die orangrothe Färbung sehr intensiv und bedeutend lebhafter auf. Alkalien und organische Säuren verändern den Farbstoff nicht. Derselbe ist auch nicht alkalischer Natur, denn Phenol-Phtalein bringt nicht die geringste Spur einer Rothfärbung hervor. Doch mag folgende Thatsache nicht ohne Interesse sein und daher hier kurz erwähnt werden. Wird nämlich das alkoholische Extract von *Peziza* auf dem Wasserbade eingedunstet, so erhält man als Rückstand eine braune amorphe Masse von demselben eigenthümlichen Geruch, durch welchen sich uns die Samen von *Trigonella Foenum graecum* Lin. sofort verrathen, welche im Inhalt ihrer Endospermzellen ebenfalls einen gelben Farb- und Bitterstoff enthalten.

Panus stipticus Fr. *(Agaricini)* hat einen nierenförmigen, 3—5 Ctm. breiten Hut von ledergelber oder bräunlicher Farbe, die von einem in den Hyphen auftretenden Pigment herrührt, welches durch Alkohol und Aether ausziehbar ist, durch Schwefelsäure schmutzigroth gefärbt wird und schön fluorescirt. Es erscheint nämlich der alkoholische Auszug im auffallenden Lichte dunkelgrün, im durchfallenden Lichte braun bis gelb, je nach der Menge des gelösten Pigmentes.

III. Über den directen Nachweis des Saponin im Gewebe der Pflanze.

Obwohl dieses Glycosid sehr häufig, und zwar in Pflanzen aus den verschiedensten Familien, wie in den Sileneen, Polygaleen, Spiraeaceen, Sapindaceen etc. aufgefunden wurde, so ist über die locale Vertheilung desselben im Gewebe weitaus weniger bekannt, als man gemäss dem heutigen Stande der Chemie vermuthen

sollte. Ich stellte mir daher die Aufgabe, den Sitz des Saponin auf Grund genauer Beobachtungen mittelst chemischer Reagentien festzustellen. Zu seinem Nachweise wurden folgende Eigenschaften und Reactionen des chemisch reinen Productes verwendet. Dasselbe ist in Wasser in jedem Verhältnis löslich, in Weingeist nur im Verhältnis des Wassergehaltes und zwar in heissem Weingeist reichlicher als in kaltem. In absolutem Alkohol und Aether ist es unlöslich. Den Lösungen, in welchen es vorhanden ist, ertheilt das Saponin in hohem Grade die Fähigkeit zu schäumen und Fette in Emulsion zu bringen. Reine concentrirte Schwefelsäure löst das auf einem Uhrschälchen befindliche Pulver anfangs mit gelber, später mit lebhaft rother, nach längerem Stehen (10—15 Minuten) an der Luft aber mit deutlich blau-violetter Farbe. Ich habe mich überzeugt, dass diese Reaction in Folge der intensiven Tinctionserscheinung auch mikroskopisch anwendbar ist. Bringt man nämlich nur eine sehr geringe Menge des Pulvers auf einen Objectträger und fügt man einen Tropfen der conc. Säure hinzu, so treten bei mikroskopischer Betrachtung in kurzen Zwischenräumen die drei genannten Farbentöne mit derselben Intensität ein, wie man sie makroskopisch zu beobachten Gelegenheit hat.

Zum directen Nachweis in der Zelle sind nun jene Pflanzen heranzuziehen, in welchen das Saponin relativ reichlich auftritt, so *Saponaria officinalis* (Wurzel), *Gypsophila Struthium* (Wurzel) und *Quillaia Saponaria* (Rinde). Der anatomische Bau der *Radices Saponariae* ist bereits von mehreren Forschern, am genauesten von A. Vogl[1] untersucht werden. Ich setze daher denselben hier als bekannt voraus. Vogl gibt auch die ersten Andeutungen über den Sitz des Saponin in der Drogue. Nach ihm findet sich in allen Parenchymzellen der Seifenwurzeln ein form- und farbloser Klumpen, welcher sich in Wasser, verdünntem Alkohol und verdünnten Säuren und Alkalien fast gänzlich auflöst, von absolutem Alkohol und Aether aber nicht angegriffen wird, weder die Zucker- noch die Gerbstoffreaction gibt und wahrscheinlich wesentlich aus Saponin bestehen dürfte. Dasselbe sagt Vogl[2] von der Seifenrinde *(Cortex Quillaiae)*. Vogl unter-

[1] Zeitschrift des österr. Apothekervereines Jahrg., 1865, pag. 460—466.

[2] Commentar der österr. Pharmacopoe, Wien 1869, I., pag. 238.

suchte trockenes Material, Rob. Schlesinger[1] frisches. Aber auch er hatte lediglich nur die gewöhnlichen Lösungsmittel zum Nachweis benützt. Um daher das Saponin im Pflanzengewebe mikroskopisch nachzuweisen, unterwarf ich verschiedene Quer- und Längsschnitte zuvörderst aus den frischen Seifenwurzeln der mikrochemischen Untersuchung. Hiebei zeigte es sich, dass alle Parenchymzellen als Inhalt einen farblosen Zellsaft führen, einzelne von ihnen auch grosse Krystallgruppen von oxalsaurem Kalk, andere wieder in geringer Menge Plasma mit Zellkern enthalten. Betrachtet man dünne Querschnitte der getrockneten Wurzeln in Luft oder unter Öl oder Glycerin, so erscheinen in allen Zellen der Mittelrinde, in den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms (mit Ausnahme jener Zellen, welche Krystallgruppen führen) formlose, homogene, weisslichgraue Inhaltsklumpen, welche sich bei Zusatz von Wasser oder sehr verdünntem Weingeist vollkommen lösen und durch absoluten Alkohol und Aether in Form von sehr kleinen Klümpchen wieder ausgeschieden werden können.

Zum weiteren Nachweis des Saponin verfuhr ich aber auf folgende Weise. Ich behandelte auf dem Objectträger dünne Quer- und Längsschnitte der Drogue mit reiner concentrirter Schwefelsäure. Sobald jene Inhaltsklumpen der Zellen von der Säure berührt wurden, färbten sie sich gelb und lösten sich nur allmälig auf. Diese Färbung gieng dann rasch in ein lebhaftes Roth und später in Blauviolett über. Man könnte nun einwenden, dass diese Reaction der Raspail'schen entspräche, nämlich die Gegenwart von Eiweiss und Zucker anzeige. Allein abgesehen davon, dass bei genauer Betrachtung eine Verwechslung nicht statthaben kann, indem die Raspail'sche Reaction mit rother Farbe beginnt und ebenso schliesst, liess sich in Querschnitten (und zwar in dickeren) nach längerem Kochen derselben in Wasser, wobei das Saponin in Lösung übergegangen ist, durch die Raspail'sche Reaction (Zuckerlösung und conc. Schwefelsäure) Protoplasma nur in der Cambialzone und in höchst geringer Menge hie und da im übrigen Zellgewebe nachweisen. Die

[1] Untersuchungen über die Structur der Quillaiarinde etc., abgedruckt in Wiesner's mikroskopischen Untersuchungen, Stuttgart 1872, pag. 94 und d. f.

Reaction mit Schwefelsäure ist für das Saponin so charakteristisch, dass selbst sehr geringe Mengen dieses Glycosids, wie die im Inhaltsklumpen einer einzigen Zelle, mit Sicherheit nachgewiesen werden können. Die Intensität der Farbentöne ist dabei hauptsächlich von dem Concentrationsgrade der Säure abhängig, wie man sich sehr leicht an dem chemisch reinen Product überzeugen kann. Wird verdünnte Säure angewendet, so bleibt die Reaction wohl nicht aus, doch vergeht dabei oft eine halbe Stunde, bis die drei Farbentöne nach einander eintreten, wobei sich Diffusionserscheinungen einstellen, durch welche eine diffuse Färbung hervorgerufen wird, die sehr störend wirken kann.

In der angegebenen Weise wurde von mir das Saponin in folgenden Gewebselementen nachgewiesen:

1. In allen Parenchymzellen der Mittelrinde.
2. in den Zellen der Markstrahlen,
3. in den Zellen des Holzparenchyms,

} der gemeinen und levantinischen Seifenwurzel, wie auch ihrer Stolonen,

4. in allen Parenchymzellen der Mittelrinde von *Quillaia Saponaria.*

Behandelt man Querschnitte der frischen Wurzeln mit der Säure, so werden alle genannten Theile des Gewebes in ihrem Inhalt blauviolett gefärbt, während die übrigen Partien unverändert bleiben. Betrachtet man genau fixirte Zellen von Schnitten der frischen Wurzel in Luft oder fettem Öl, so sieht man, wie schon erwähnt, die Zellen mit farblosem Zellsaft erfüllt. Werden solche Schnitte langsam eingetrocknet oder mit absolutem Alkohol oder Aether behandelt, so fällt das Saponin in den Zellen in Form von grösseren und kleineren Klümpchen heraus, welche bei Zusatz von conc. Schwefelsäure mit blauvioletter Farbe gelöst werden. Da ausserdem bei Behandlung des Gewebes mit der Säure zu wiederholten Malen auch die Krystallgruppen, welche seinerzeit doch aus dem Zellsafte krystallisiren mussten, in vielen Fällen eine gelbe und dann röthliche Färbung zeigten, so ist es erwiesen, dass das Saponin in den genannten Pflanzen im Zellsafte gelöst vorkömmt, durch Verdunsten des wässerigen Zellsaftes beim Trocknen aber als ein amorpher Körper herausfällt und im Zellraum als Klümpchen verbleibt, wie es Vogl in der Drogue gesehen und als Saponin gedeutet hat.

Meine Versuche ergeben:

1. Das Saponin kommt in den lebenden Wurzeln von *Saponaria officinalis* L. und *Gypsophila Struthium* L. im Zellsaft gelöst vor und kann entweder durch Trocknen oder durch Behandlung dünner Schnitte mit absolutem Alkohol oder Aether in Form von kleinen, formlosen weissen Klümpchen ausgeschieden werden.

2. Die Droguen oder die getrockneten Wurzeln dieser Pflanzen und die *Quillaia*-Rinde enthalten — wie bereits Vogl fand — das Saponin in Form von homogenen, formlosen weissen oder grauen Inhaltsklumpen, welche sich wie das chemisch reine Saponin in concentrirter Schwefelsäure anfangs mit gelber, später mit lebhaft rother, nach längerem Liegen eines so behandelten Schnittes an der Luft aber mit schöner blauvioletter Farbe lösen.

3. Mittelst dieser Reaction konnte das Saponin im Inhalte aller Zellen des Parenchyms der Mittelrinde, der Markstrahlen und des Holzparenchyms bei frischen und getrockneten Wurzeln, wie auch im Inhalte aller Parenchymzellen der Mittelrinde von *Quillaia Saponaria* nachgewiesen werden.

IV. Über den Sitz und den mikrochemischen Nachweis des Strychnin in den Samen von *Strychnos nux vomica* L. und *Strychnos potatorum* L.

Von Alkaloiden ist bisher blos das Veratrin[1] mit Sicherheit mikrochemisch in der Pflanze nachgewiesen worden. Ich theile daher meine Beobachtungen über den Sitz und den mikroskopischen Nachweis des Strychnin in den genannten Samen mit. Hiezu wurde von mir folgende bekannte Reaction des Alkaloids benützt. Concentrirte kalte Schwefelsäure löst das krystallisirte Strychnin farblos. Bringt man in dieser zweckmässig in einem Uhrschälchen auf weisser Unterlage gemachten Lösung ein sehr kleines Bruchstückchen von Kaliumbichromat und bewegt dieses von Zeit zu Zeit, so entstehen von demselben ausgehend prachtvoll violette Streifen.

---

[1] Borscow, Beiträge zur Histochemie, Bot. Zeit. 1874, I., II., pag. 17 u. f.

Die anatomischen Verhältnisse der *Strychnos*-Samen sind oft beschrieben worden.[1] Ich will mich deshalb hier darauf beschränken, das Endospermgewebe, in welchem das Strychnin ausschliesslich vorkömmt, kurz zu charakterisiren. Die Samen sind flach, scheibenförmig, ungefähr 20 Mm. breit und 5 Mm. dick, die eine der Begrenzungsflächen ist convex, die andere flach, in der Mitte mit einem Hagelfleck versehen, von welchem aus die Samennaht als schwach erhabene Linie zu dem am Rande liegenden warzigen Nabel verläuft. Die Samen erscheinen beim ersten Anblick mit einem der Oberfläche dicht anliegenden Haarfilz bekleidet. Die Samenschale besteht, im Querschnitt betrachtet, aus einer Lage von kurzen Zellen, welche in ein der Samenfläche angedrücktes einzelliges Haar auslaufen und dicke bräunliche Wände besitzen. Darauf folgt eine sehr zusammengepresste Schicht braunwandiger Tafelzellen, welche erst beim Aufquellen in Wasser deutlich hervortreten. Das hornartige, weisslichgraue Endosperm wird aus polyedrischen, im äusseren Theile aus kleineren mehr radial gestreckten und relativ dünnwandigen, im inneren aus grössseren, mehr isodiametrischen und dickwandigen Zellen gebildet. Der schwach gelbliche, körnige Inhalt, der zum grossen Theil aus Eiweiss und Zucker besteht, stellt sich in Luft oder unter Öl oder Glycerin gesehen, als eine oft in kantige Stücke zerfallene Masse dar, die in ihrem Innern entweder zahlreiche sehr kleine oder mehrere grössere Tröpfchen, niemals aber Stärkekörner führt. Die Samen von *St. potatorum* L. sind kugelig und bedeutend kleiner, erreichen ungefähr Erbsengrösse und haben einen analogen Bau. Auch das weiss oder dunkelbraun aussehende Endosperm ist dem von *St. nux vomica* ähnlich gebaut.

Über den Sitz des Strychnin in dem Gewebe, wie auch über die Art des Vorkommens in den Samen ist man bislang gänzlich im Unklaren geblieben. Vogl vermuthet, dass es in den aus Zucker und Fett bestehendem Inhalt der Eiweisszellen enthalten sei. Bekannt ist, dass concentrirte Schwefelsäure den Inhalt der Zellen anfangs gelb, dann rasch rosenroth oder zwiebelroth färbt,

---

[1] A. Vogl, Commentar der österr. Pharmacopoe, Wien 1869, Bd. I. pag. 214.

während die im Eiweiss eingeschlossenen Tröpfchen ungefärbt bleiben. Diese Reaction beweist die Anwesenheit von Eiweiss und Zucker. Wenn aber bei Behandlung eines Schnittes mit Kalilauge das Gewebe mit gelber Farbe gelöst wird, so kann diese Färbung ebenfalls nicht von dem Strychnin herrühren, denn dieses wird von Kalilauge nicht verändert. Es können mithin die genannten Erscheinungen für das Strychnin nicht charakteristisch genannt werden.

Bei der vorliegenden Untersuchung kam es mir daher vor Allem darauf an, festzustellen, ob diese im Zellinhalt des Endosperms eingeschlossenen und zahlreich vorhandenen kugelförmigen Tropfen aus fettem Öl bestehen. Dieselben blieben bei Behandlung des Gewebes mit Wasser, absolutem Alkohol unverändert, verschwanden aber allmälig bei Zusatz von Aether oder Benzol. Wurde einem frischen Schnitt zweipercentige Osmiumsäure zugefügt, so färbte sich der gesammte Inhalt, welcher von den zahlreichen Tröpfchen ganz durchdrungen ist, tiefbraun oder schwarzbraun. Mithin steht es zweifellos fest, dass die genannten Tröpfchen aus fettem Öl bestehen. Behandelte ich dünne Quer- und Längsschnitte auf dem Objectträger mit reiner conc. Schwefelsäure, so trat die bereits früher genannte rosenrothe Färbung ein. Fügte ich nun zu einem solchen mit Säure behandelten Schnitte ein sehr kleines Bruchstückchen von Kaliumbichromat (ungefähr von der Grösse eines kleinen Insectennadelkopfes) hinzu, so färbten sich schon nach wenigen Minuten in Folge der oxydirenden Wirkung des Salzes sämmtliche früher farblosen Öltröpfchen schön violett, welche Färbung bei stärkerer Vergrösserung blauviolett erschien. Die so gefärbten Tröpfchen wurden bei nur geringem Zusatz von Osmiumsäure wieder braun. Sämmtliche durch das Endosperm der Samen von *Strychnos nux vomica* und *St. potatorum* geführten Quer- und Längsschnitte zeigten mir bei der obigen Behandlung diese Farbenreaction. Sie ist so constant und charakteristisch, dass selbst die geringste Menge des Alkaloids wie jedes kleinste Öltröpfchen sich prachtvoll violett färbt, während die Zellmembranen ohne die geringste Tinctionserscheinung sich allmälig spurlos lösen. Besonders schön tritt dieselbe in den subtestalen Zellschichten auf.

Da das chemisch reine Strychnin nicht nur dieselbe Reaction zeigt, sondern auch in fettem Öl löslich ist, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass das in den genannten Samen enthaltene Alkaloid in den im Inhalte der Endospermzellen suspendirten Öltröpfchen aufgelöst vorkömmt.

Zum Schlusse kann ich nicht umhin, meinem hochgeehrten Lehrer Herrn Professor Dr. J. Wiesner, sowie dessen Herrn Assistenten Dr. H. Molisch für die fürsorgliche Unterstützung bei der Ausführung dieser Arbeit meinen wärmsten und verbindlichsten Dank auszusprechen.

Zur Kenntniss der adriatischen Anneliden.

Dritter Beitrag.

[Terebellen (*Amphitritea* Mgrn.)]

Von Dr. **Emil v. Marenzeller.**

(Mit 2 Tafeln.)

Seitdem Kähler seine „Wasserpolypen, die Steine fressen", die nachherige *Terebella lapidaria* Linné's von Marseille, beschrieben, ist eine lange Reihe von Namen für Terebellen des Mittelmeeres in die zoologische Literatur eingeführt worden. Es sind die folgenden:

1767 *Terebella lapidaria* L.
1826 „ *variabilis* Risso.
1826 „ *rubra* Risso.
1826 „ *lutea* Risso.
1828 *Amphitrite Olfersii* Delle Chiaje.
1828 „ *nesidensis* Delle Chiaje.
1828 „ *neapolitana* Delle Chiaje.
1828 „ *flexuosa* Delle Chiaje.
1828 „ *Meckelii* Delle Chiaje.
1838 *Terebella multisetosa* Grube.
1841 „ *misenensis* Costa O. G.
1855 „ *viminalis* Grube.
1855 „ *triserialis* Grube.
1855 „ *corallina* Grube.
1855 „ *pectinata* Grube.
1860 „ *cretacea* Grube.
1860 „ *turrita* Grube.
1860 „ *spiralis* Grube.
1860 „ *rosea* Grube.
1860 „ *pustulosa* Grube.

1862 *Amphitritoides (Pallonia) rapax* Costa Ach.
1863 „ *compacta* Grube.
1863 „ *lingulata* Grube.
1868 *Heteroterebella sanguinea* Claparède.
1868 *Terebella flavescens* Claparède.
1868 „ *vestita* Claparède.
1868 „ *laevirostris* Claparède.
1868 „ *sulcigera* Claparède.
1868 *Heterophenacia nucleolata* Claparède.
1868 *Phenacia ambigrada* Claparède.
1868 „ *retrograda* Claparède.
1870 *Amphitrite incana* Claparède.
1875 *Heterophenacia Renouardi* Marion.

Von diesen 33 Arten zog 1855 Grube die *A. Meckelii* Delle Chiaje zu *T. nebulosa* Montagu., 1865 Malmgren die *T. pustulosa* Gr. zu *Thelepus cincinnatus* F., 1868 Claparède die *Amphitritoides (Pallonia) rapax* Costa A. zu *T. Meckelii*, 1872 Grube die *Heteroterebella sanguinea* Claparède zu *T. rosea* Gr. Zu den derart auf 29 reducirten Arten kommen noch vier hinzu, die auch den atlantischen Ocean bewohnen, nämlich *Terebella nebulosa* Mont., der von Grube 1860 bei Portorè und Martinsica aufgefundene *Thelepus cincinnatus* F. (eben seine *T. pustulosa*), die gleichfalls von Grube 1864 in Lussin entdeckte *Amphitrite cirrata* O. F. Müller und die 1875 von Marion für Marseille angegebene *Pista cristata* O. F. Müll. Über *T. lingulata* Gr. bemerkt der Autor selbst, dass sie füglich nicht zu *Terebella* gehöre, sondern der Repräsentant einer eigenen Gattung sei. Ich fand diese Art in Lesina und erkannte in ihr den 1875 von Marion und Bobretzky beschriebenen *Octobranchus Giardi*, welcher demnach *O. lingulatus* Gr. heissen muss. Die Zahl der für das Mittelmeer angegebenen Arten stellte sich also auf 32, als ich mich entschloss, dieselben neu zu bearbeiten.

Es war vorauszusehen, dass es sich um eine grosse Zahl von Synonymen handelt und dass noch weitere Arten identisch mit solchen des atlantischen Oceans seien. Der Beweis hiefür konnte nur durch die Untersuchung eines möglichst reichen, besonders von den originalen Fundorten stammenden Materials geliefert werden. Gelegenheit hiezu ergab sich im Laufe der

Jahre bei meinen wiederholten Reisen an die Adria, besonders auf einer Reise nach Istrien und Dalmatien, die ich mit Unterstützung der kais. Akademie der Wissenschaften unternahm, ferner die Arten Delle Chiaje's und Claparède's aus der Fauna von Neapel betreffend, durch das freundliche Entgegenkommen des Directors der dortigen zoologischen Station, Herrn Professors Dr. A. Dohrn. Zunächst suchte ich die dem Mittelmeere und dem atlantischen Ocean gemeinsamen Arten zu ermitteln. Dieses Vorhaben wurde durch die ausgezeichnete Bearbeitung der Terebellen von Seiten Malmgren's wesentlich erleichtert und fand eine sichere Grundlage in eigenen Beobachtungen lebender atlantischer Terebellen bei St. Malo, sowie in den Sammlungen des k. k. zoologischen Hofcabinetes.

Es ergab sich, dass neben den bereits erwähnten vier Arten noch weitere fünf sowohl im atlantischen Ocean als im Mittelmeere leben. Die neun Arten sind nach den bisherigen [1] Benennungen: *Terebella gracilis* Gr. (syn. *T. gelatinosa* Keferstein), *Amphitrite cirrata* O. F. Müll, *Terebella nebulosa* Mont., *Terebella Danielsseni* Malmgren, *Lanice conchilega* Pallas, *Nicolea zostericola* Oerst. et Gr., *Pista cristata* O. F. Müll, *Leprea textrix* Dalyell, *Thelepus cincinnatus* F. Ausser diesen neun Arten konnte ich aus dem gesammten, nach Hunderten von Exemplaren zählenden Materiale nur andere vier constatiren und diese sind die einzigen von mir gesehenen, dem Mittelmeere eigenthümlichen Arten. Ich gebe von allen 13 Arten kurze originale Beschreibungen. Und da ich sie sämmtlich im Leben beobachtete, mit gewissen Eigenthümlichkeiten vertraut wurde und ihre relative Häufigkeit beurtheilen lernte, kam ich in Stand, fast alle oft sehr fragmentarischen Mittheilungen früherer Autoren zu deuten und die Synonymie richtig zu stellen. Ich setze diesen Gang meiner Arbeit desshalb weitläufiger auseinander, weil die Veränderungen, welche ich vornehme, auch die scheinbar geordneten Verhältnisse dieser Abtheilung der atlantischen Fauna berühren und mir in

---

[1] Auf Grundlage dieser Arbeit heissen die Arten: *Amphitrite gracilis* Gr., *Amphitrite cirrata* O. F. Müll., *Polymnia nebulosa* Mont., *Polymnia nesidensis* Delle Chiaje, *Lanice conchilega* Pallas, *Nicolea venustula* Mont., *Pista cristata* O. F. Müll., *Leprea lapidaria* L., *Thelepus cincinnatus* F.

einzelnen Fällen eine volle Zustimmung wohl nur von Jenen zu Theil werden wird, welche sich die Mühe geben wollen, denselben etwas gewundenen und langen Weg einzuschlagen.

Wie man meinen Beschreibungen entnehmen kann, schliesse ich mich in der Auffassung der Segmente der Terebellen völlig Malmgren an. Auch benütze ich fast alle einschlägigen von diesem Autor aufgestellten Gattungen, nur brauche ich dieselben öfter in einem erweiterten Sinne. Ich bin im Gegensatze mit Grube, dem letzten Bearbeiter einer grösseren Zahl von Terebellen, dessen Versuch, dieselben in zwei Gattungen unterzubringen, mir ein Rückschritt scheint, der Ansicht, dass sich hier Formen leicht abgrenzen lassen und meine Überzeugung geht auch dahin, dass es zweckdienlich sei, dies zu thun. Malmgren's allgemeines Vorgehen, zahlreiche Gattungen aufzustellen, hat wiederholte Kritiken erfahren, die aber nur selten dem Scharfblicke dieses Meisters einer kurzen und bezeichnenden Charakteristik, die nur die Frucht des genauesten Studiums war, Abbruch thun konnten. Es ist bemerkt worden, dass die Zersplitterung in zahlreiche Gattungen verleite, auf Subtilitäten ein viel zu grosses Gewicht zu legen, ich finde aber gerade darin einen Vorzug der Malmgren'schen Methode, dass sie zur Beachtung nur anscheinend kleinlicher Umstände führte. Es muss auch jedem einleuchten, dass die Arten leichter auseinanderzuhalten sind, wenn man sie auf mehrere Gattungen vertheilt, wie wenn sie unter einem allumfassenden Begriffe von höchst vager Fassung vereint werden. Die Diagnosen der Arten können von einer Menge Beiwerk gereinigt werden, das nur Wiederholung ist und für den minder Erfahrenen das Unterscheidende häufig erdrückt oder verdeckt. Nur vor dem Schicksale können die für Formen eines einzigen Faunengebietes aufgestellten Gattungen im Laufe der Zeit nicht bewahrt bleiben, dass sie Modificationen erleiden, wenn die einzureihenden Arten sich mehren und die Gesichtspunkte weiter hinausrücken. Geschieht dies nicht, dann allerdings muss die Zahl der Gattungen derart wachsen, dass die angestrebten Vortheile wieder illusorisch werden. Diese Erfahrung und die Furcht vor dieser Gefahr mögen denn auch oft mitgewirkt haben, wieder zu der älteren Anschauung zurückzukehren. Auch ist es ein

bekannter Übelstand, dass man mit früheren Beschreibungen, welche die später aufgefundenen trennenden Merkmale nicht enthalten, nichts anfangen kann und die Arten häufig unter einem Namen weiter führen muss, dessen Auffassung sich gänzlich geändert. Es ist desshalb gar nicht oft genug zu betonen, dass, wenn bei Zerlegung einer Gattung in mehrere solche, Nachtheile eintreten könnten, der alte Gattungsname aufzugeben ist. Der Pietät für den grundlegenden Autor, der Achtung vor der Geschichte wird Genüge geschehen, wenn man das altmodisch gewordene Gewand als Erbstück in der Familie aufbewahrt. Handelt es sich um allgemeine Verständigung, gebraucht man ja stets Familiennamen. So wird durch diese gewöhnliche und häufige Art der zoologischen Ausdrucksweise das Andenken leicht lebendig erhalten bleiben, auch wenn der Name als Gattungsname geopfert wurde.

Jenen misslichen Fällen, wo eine alte Gattung weitere Anwendung findet, ohne dass man die ursprüngliche Art kennt, für welche sie errichtet wurde, kann ich in der Gattung *Terebella* einen neuen hinzufügen. Dieser nach Linné vielfach missbrauchten Gattung reiht Malmgren eine Art ein, die mit der von Montagu beschriebenen *Terebella nebulosa* zusammenfällt. Die *Terebella lapidaria* Linné's war aber (siehe S. 181) zweifelsohne dieselbe Art, welche Montagu *T. constrictor*, Dalyell *T. textrix* und Malmgren *Leprea textrix* nannte, und allein die gegenwärtig mit Sicherheit festgestellten *Leprea*-Arten (*Leprea Ehrenbergi* Gr., *Leprea pterochaeta* Schmarda, *Leprea megalonema* Schmarda, *Leprea subcirrata* Gr., *Leprea rubra* Verr., *Leprea Orotavae* Langerh.) könnten zu *Terebella* gestellt werden. Ich lasse jedoch die Gattung *Terebella* L. vollständig fallen.

Die von mir vorgenommenen Modificationen der Gattungen Malmgren's sind der Ausdruck meiner nach Untersuchungen zahlreicher in- und ausländischer Terebellen gewonnenen Überzeugung, dass der Form der Borsten und insbesondere der Hakenborsten, ihre Zähnelung inbegriffen, und zum Theile auch der Stellung der letzteren, sowie der Lage des ersten Haarborstenbündels alles Gewicht beizulegen sei, während die Zahl und Form der Kiemen, sowie die Zahl der Haarborstenbündel nur untergeordneten Werth besitzen. Lässt man bei der Charakteristik

der Gattungen diese zwei letzteren Merkmale in den Vordergrund treten, wird das vereinende Band der Verwandtschaft zerrissen. Desshalb muss ich auch das System von Quatrefages als gänzlich verfehlt bezeichnen. Ich will dies an einem Beispiele zeigen. Haarborsten laufen für gewöhnlich in eine feine Spitze aus. Bei gewissen Terebellen ist aber das Ende gesägt. Diese Erscheinung ist eine höchst auffallende. Man ist berechtigt, derselben seine ganze Aufmerksamkeit zuzuwenden und darin ein hervorragendes Merkmal zu erblicken. Unter diesen Säge-Haarborsten kann man wieder zwei Bildungen unterscheiden. Die eine findet sich bei einer ganzen Reihe von Arten, welche Malmgren in der Gattung *Amphitrite* vereinigt, die andere wird in den europäischen Meeren nur durch eine einzige Art vertreten, für welche Malmgren die Gattung *Leprea* errichtete. Alle bisher bekannten, zu *Amphitrite* gehörigen Arten hatten drei Kiemenpaare, allein die von mir genauer untersuchte *T. gracilis* Gr. hat die typischen Haarborsten der *Amphitrite*-Arten, aber nur zwei Kiemenpaare. Alle Arten bis auf *A. cirrata* O. F. Müll. hatten übereinstimmend gebaute Kiemen mit im Wesen dichotomischer Verzweigung und sehr langen Endgabeln. *A. cirrata* jedoch hat Kiemen, die nur aus Büscheln von Fäden besteht, ähnlich wie bei *Thelepus*, und die *A. gracilis* kammförmige Kiemen wie *Leprea*. Alle *Amphitrite*-Arten haben endlich neben den charakteristischen Haarborsten auch typisch zu nennende Hakenborsten. Indem nun in den Kreis der mit typischen Haar- und Hakenborsten ausgerüsteten Amphitriten zwei Arten treten, die der Bildung und der Zahl nach abweichende Kiemen besitzen, wird die geringe Bedeutung dieser Gattungsmerkmale klar. Nach den Kiemen müsste man drei Gattungen aufstellen, eine für *A. cirrata*, eine für *A. gracilis* und eine dritte für alle übrigen und würde damit den wirklichen Zusammenhang künstlich lösen.[1] Dass auf die Zahl

[1] Wie weit man es in dieser Hinsicht bringen kann, zeigt uns Quatrefages, der in seine Gattung *Physelia* mit zwei Kiemen folgende Arten aufnimmt: *Th. scylla* Sav., *Th. Tondi* Delle Chiaje (bereits von Delle Chiaje selbst mit seiner *Amphitrite flexuosa* vereinigt), *Th. misenensis* Costa, *Th. turrita* Gr., *Th. spiralis* Gr., *Th. zostericola* Oerst., *Th. gracilis* Gr. Diese Arten sind aber: *Amphitrite gracilis* Gr., *Lanice conchilega* Pall., *Leprea lapidaria* L., *Pista cristata* O. F. Müll, *Amphitrite rubra* Risso., *Nicolea venustula* Mont. und nochmals *Amphitrite gracilis* Gr.!!

der Kiemen nur secundäres Gewicht zu legen ist, beweisen auch die Fälle, wo sie abnormer Weise verringert (*Leprea lapidaria* L.) oder vermehrt werden (*Nicolea venustula* Mont.). So wenig wie die Kiemen, ist die Zahl der Haarborstenbündel für verwandtschaftliche Beziehungen bezeichnend. *Leprea* mit ihren Säge-Haarborsten, mehrzähnigen Hakenborsten und kammförmigen Kiemen ist viel mehr mit *Amphitrite* als mit *Thelepus* verwandt und innerhalb dieser Gattung werden die Arten durch eigenthümliche Hakenborsten und die ausnahmsweise Stellung des ersten Haarborstenbündels inniger zusammengehalten wie durch die höchst schwankende Zahl der Haarborstenbündel.

Malmgren war der Erste, welcher die Borsten der Terebellen eingehend berücksichtigte und wir danken ihm vortreffliche Abbildungen derselben. Er untersuchte auch stets, an welchen Segmenten die Hakenborsten einreihig oder zweireihig auftreten. Es stellt sich nämlich heraus, dass die Hakenborsten eines Borstenwulstes entweder alle so liegen, dass ihre Zähne eine Richtung einhalten oder dass ein Theil entgegengesetzt gelagert ist. Die ersten sind uncini uniseriales, die zweite uncini biseriales. Da es aber auch vorkommt, dass die Hakenborsten selbst bei differenter Stellung doch nur eine einzige Reihe bilden, so ist der Ausdruck zweireihig nicht immer recht am Platze, ich gebrauche daher die allgemein anwendbaren Bezeichnungen: Hakenborsten in einfacher Stellung (alle Zähne in einem Borstenwulste oder Flösschen nach einer Richtung), Hakenborsten in doppelter Stellung (Zähne eines Theiles der Hakenborsten eines Borstenwulstes in anderer Richtung als die des anderen Theiles).

Der Arbeit Malmgren's kann man folgende Thatsachen entnehmen: 1. Es gibt Terebellen, wo in sämmtlichen Borstenwulsten die Hakenborsten nur in einfacher Stellung auftreten (bei Malmgren: *Thelepus*, *Neottis*, *Grymaea*, *Laphania*). 2. Bei allen anderen sind stets die Hakenborsten der ersten sechs Borstenwülste in einfacher Stellung. 3. Vom siebenten Borstenwulste an treten die Hakenborsten in allen mit Haarborstenbündeln versehenen Segmenten in doppelter Stellung auf (nur bei *Leprea* in den allerletzten, wiewohl noch mit Haarborstenbündel versehenen, Segmenten in einfacher

Stellung). 4. In den Borstenwülsten aller Segmente, welche auf das letzte mit Haarborstenbündeln versehenen Segment folgen, nehmen die Hakenborsten wieder eine einfache Stellung an.

Alle Punkte bis auf den letzten bleiben aufrecht, nur dieser erfährt bei Betrachtung anderer als der von Malmgren beschriebenen Terebellen eine Einschränkung, indem es Arten gibt, wo die Hakenborsten auch in allen Segmenten, die allerletzten ausgenommen, welche auf die mit Haarborstenbündeln ausgestatteten folgen, in doppelter Stellung auftreten (z. B. *Amphitrite rubra* Risso, *Amphitrite gracilis* Gr.).

Nach Malmgren versuchte Claparède die Stellung der Hakenborsten noch ganz besonders als diagnostisches Merkmal zu verwerthen. Da er aber von einer irrigen Voraussetzung ausging, sind seine Schlüsse nur geeignet, Missverständnisse zu erzeugen. Er glaubte nämlich gefunden zu haben, dass die Hakenborsten, auch wenn sie einreihig, also in einfacher Stellung, auftreten, entweder so gestellt sind, dass sie die Spitzen der Zähne nach hinten richten oder umgekehrt. Die ersten Hakenborsten nannte er progressive, die zweiten retrogressive. Ich kann nunmehr behaupten, dass wo immer die Hakenborsten in einfacher Stellung auftreten, die Spitzen ihrer Zähne nach vorn gerichtet sind. Es gibt bei keiner Terebelle Borstenwülste mit ausschliesslich progressiven Hakenborsten. Die Erklärung zu dem Irrthume Claparède's glaube ich in dem Umstande zu finden, dass er nur ausgeschnittene Borstenwülste untersuchte und die bildumdrehende Wirkung des Mikroskopes übersah. Dagegen ist es selbstverständlich, dass, wenn die Hakenborsten eines Borstenwulstes in doppelter Stellung erscheinen, ein Theil progressiv sein muss. Da sich nun als typisch nur eine einzige Richtung der Hakenborsten herausgestellt (Zähne nach vorn) und die Fälle, wo eine grössere Anzahl von Segmenten mit Hakenborsten in doppelter Stellung ausgerüstet ist, selten sind, so halte ich eine besondere Bezeichnung der Hakenborsten nach der Richtung ihrer Zähne für überflüssig.

Auch scheint mir die mit den Ausdrücken progressiv und retrogressiv verknüpfte Ansicht Claparède's über die verschiedene Wirkung der Hakenborsten für die Bewegung des

Thieres in der Röhre je nach ihrer verschiedenen Stellung nicht genügend begründet. Dass die Terebellen zum Vorwärtsbewegen in der Röhre keiner besonderen Hakenborsten bedürfen, sehen wir an jenen Arten *(Thelepus)*, die ausschliesslich solche Hakenborsten besitzen, welche nach der Meinung Claparède's zum Rückwärtsbewegen bestimmt sind. Jedenfalls lässt die bekannte Erscheinung, dass die Terebellen sich schnell in ihre Röhren zurückziehen können, Umstände voraussetzen, welche diesem Vorgange nicht hinderlich sind. Und dies trifft mit der typischen Richtung der Hakenborsten zu. Ja, die Hakenborsten der meisten Terebellen zeigen eine bisher nicht näher untersuchte Einrichtung, welche die Action des grossen Zahnes einzuschränken bestimmt scheint. An dem Aussenrande unter dem grossen Zahne bemerkt man bei sehr vielen Arten eine kleine Erhebung. Sie ist keine blosse Verzierung, sondern der Träger eines eigenthümlichen Apparates, den ich Schutzpolster des grossen Zahnes nenne, weil ich der Ansicht bin, dass er dazu diene, das Thier vor Selbstverwundung zu schützen. Es befestigt sich an ihr, den Bug nach aussen gekehrt, eine feine, gefaltete Chitinlamelle, welche gegen den grossen Zahn hinzieht, knapp unter der Spitze desselben sich verdickt und auseinanderweichend diese und deren unteren Rand aufnimmt nach Art eines Etuis. Von oben gesehen hat diese Vorrichtung die Gestalt eines Hufeisens, das sich um die Spitze des grossen Zahnes legt. Man gewinnt von ihr die beste Vorstellung, wenn sie aus der Lage gebracht ist und das ist auch die Stellung, in der sie in Fig. 1 *A* gezeichnet wurde. Am kräftigsten ausgebildet ist der Schutzpolster bei *Amphitrite*-Arten.[1] Bei anderen Terebellen ist oft die Chitinlamelle so zart, dass sie unsichtbar wird, wenn man Kali zur Isolirung der Hakenborsten verwendet. Es ist daher vortheilhafter, nach vorangegangener Maceration in Wasser bei Zusatz von Glycerin zu untersuchen. Schwach ausgebildet und leicht zu übersehen ist der Schutzpolster bei *Leprea lapidaria*. *Lanice conchilega* und *Loimia* fehlt er gänzlich. Bei *Thelepus* scheint er durch den griff-

[1] Mac Intosh bildet ihn zuerst, aber ohne weitere Bemerkung bei seiner *Amphitrite kerguelensis* ab. (Marine Annelida of Kerguelen Island. Philos. Trans. of the royal Soc. Vol 168. London 1879, pg. 260, Pl. XV, Fig. 13).

förmigen Fortsatz knapp vor dem Ende des Aussenrandes ersetzt zu werden. Bei *Pista*, *Nicolea*, *Polymnia* macht seine Auffindung bei vorsichtiger Behandlung keine Schwierigkeiten.

Wenn die Hakenborsten in doppelter Stellung auftreten, ist die Lage derselben zu einander nicht bei allen Arten die gleiche. Zur Präcisirung dieser wechselnden Verhältnisse wandte Claparède eigene Ausdrücke an, welche als ausreichend bezeichnet werden können, so lange nur solche Fälle bekannt waren, wo die „progressiven" Hakenborsten sich vor die „retrogressiven" lagern. Da ich aber fand, dass auch das Umgekehrte stattfinden kann, wähle ich Bezeichnungen, die vor Allem der Lage der Hakenborsten zu einander und nicht dem Charakter der Reihe in einem Borstenwulste angepasst sind. Von einiger Bedeutung halte ich nur die rangée alterne und series duplica Claparède's. Die rangées engrenantes sind eigentlich nur ein Übergangszustand zwischen jenen beiden [1] und die Annahme der rangée parabolique beruht auf dem Irrthum, die im Innern der Borstenwülste entstehenden Hakenborsten, welche in einem Bogen zu der Reihe der bereits durchgebrochenen Hakenborsten aufsteigen, in eine Ebene mit diesen zu verlegen. Thatsächlich sind es bei Claparède nur jugendliche Individuen, in deren Diagnose wir den Charakter series parabolica angegeben finden.

Ich unterscheide folgende Modalitäten der doppelten Stellung der Hakenborsten in einem Borstenwulste oder Flösschen:

I. Die Hakenborsten liegen abwechselnd entgegengesetzt: Abwechselnde Hakenborsten, einreihig (uncini alternantes, uniseriales). (*Pista cristata* O. F. Müll., *Pista cretacea* Gr., *Nicolea venustula* Mont., *Polymnia nesidensis* Delle Chiaje u. a.)

II. Vor die Reihe typisch gerichteter Hakenborsten legt sich eine zweite parallele mit entgegengesetzt gerichteten Hakenborsten: Ganz gegenständige Hakenborsten, zweireihig (uncini oppositi, biseriales). (*Amphitrite gracilis* Gr., *Leprea lapidaria* L. u. a.)

---

[1] Vielleicht manchmal durch Muskelcontractionen bedingt. Ich sah unter drei Exemplaren von *Leprea Ehrenbergi* Gr. zwei mit ganz gegenständigen, eines mit halbgegenständigen Hakenborsten.

III. Hinter die Reihe typisch gerichteter Hakenborsten legt sich eine zweite parallele mit entgegengesetzt gerichteten Hakenborsten: Ganz rückenständige Hakenborsten, zweireihig (uncini inversi, biseriales). Bisher nur *Lanice conchilega* Pall. und *Loimia*-Arten.

IV. Mittellagen.

Zwischen I und II: Halbgegenständige Hakenborsten, unvollkommen zweireihig (uncini semiopposite, imperfecte biseriales = rangées engrenantes Clap.). *Amphitrite cirrata* O. F. Müll, *A. variabilis* Risso, *A. rubra* Risso, *Polymnia nebulosa* Mont. u. a.)

Zwischen I und III: Halbrückenständige Hakenborsten, unvollkommen zweireihig (uncini semiinversi, imperfecte biseriales).

Auch wenn die Hakenborsten ganz gegenständig oder ganz rückenständig sind, liegen nicht die Hakenborsten den Hakenborsten gegenüber, sondern immer nur dem Zwischenraume zwischen zwei. Aus ganz gegenständigen Hakenborsten werden durch Annäherung zunächst halbgegenständige und endlich abwechselnde. Für die rückenständigen gilt theoretisch dasselbe. Abwechselnde, vollkommen einreihige Hakenborsten müssten deshalb bei Entscheidung der Frage, ob die gegenständige oder rückenständige Stellung der Hakenborsten die gewöhnliche ist, ganz ausser Betracht bleiben. Da ich aber unter 30 Terebellen-Arten nur *Lanice conchilega* und drei *Loimia*-Arten (*L. medusa* Sav., *annulifilis* Gr., *Montagui* Gr., die einzigen mir verfügbaren *Loimia*-Arten) mit rückenständigen Hakenborsten gesehen, alle anderen aber, oft zu einer Gattung gehörigen, ganz gegenständige oder halbgegenständige bis nahezu abwechselnde Hakenborsten zeigten, so ist der Schluss gestattet, dass die abwechselnden Hakenborsten auf gegenständige zurückzuführen sind und die gegenständige Stellung die typische ist.

Claparède legte bei den Hakenborsten auch auf das Vorhandensein oder Fehlen von chitinösen Stützborsten (chitinisirten Sehnenfäden) Werth. Ihr Auftreten hängt jedoch mit der grösseren Entwicklung oder Ausbildung der Borstenwülste zu

Flösschen zusammen und deshalb sind sie keine selbstständigen Merkmale.

Um aber die Hakenborsten in ihrer vollen systematischen Bedeutung zu erkennen, genügt es nicht, sie in Seitenlage zu vergleichen und ihre Stellung, sowie ihre Lage zu einander zu berücksichtigen, wie dies bisher geschehen, sondern man muss auch den Aussenrand in Obensicht untersuchen. Ich zeigte dies für die Amphicteneen.[1] Bezüglich der Terebellen liegen nur eine vereinzelte Bemerkung von Claparède[2] über *Lanice conchilega* Pall., (*T. flexuosa* Delle Chiaje) und die sehr correcten Angaben von Langerhans über die von ihm in Madeira beobachteten Arten: *Lanice conchilega* Pall., *Thelepus cincinnatus* F. (*Phenacia terebelloides* Qfg.), *Leaena oculata* n. sp. vor. Ich habe nunmehr alle mir zugänglichen Terebellen darauf untersucht und führe den speciellen Befund meist bei der Beschreibung der Arten an; inwieweit aber die solchermassen geförderte Kenntniss der Hakenborsten Licht wirft auf die Beziehungen der Terebellen-Arten zu einander und die Aufstellung von Gattungen und die Abgrenzung dieser motivirt, soll hier erörtert werden.

Bevor ich dies thue, muss ich jedoch über die Orientirung der Hakenborsten behufs ihrer Beschreibung einige Worte sagen. Es ist für deren Beschreibung vortheilhaft, ein für allemal eine bestimmte Lage anzunehmen und in Rücksicht auf diese das Vorn und Hinten gelten zu lassen. Am natürlichsten wäre es, von der typischen Lage der Hakenborsten (Zähne nach vorn gerichtet) auszugehen. Da man aber die Hakenborsten stets nur in entgegengesetzter Richtung abbildete (Zähne nach hinten gerichtet), will auch ich diesen Usus beibehalten und die Bezeichnung vorn und hinten in Rücksicht auf diese angenommene, wenn auch nicht

[1] Über *Lagis Koreni* Mgrn. aus dem Mittelmeere und die Hakenborsten der Amphicteneen. Verhandl. d. k. k. zoolog.-botan. Ges. in Wien, Bd. 24, 1874, pag. 217.

[2] Rech. sur l. struct. d. Annél. sédent. Mém. d. la soc. d. phys. et d'hist. nat. de Genève, T. XXII, 1873, pag. 65, 178. Pl. X, Fig. 3, 4.

[3] Die Wurmfauna von Madeira, III. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXIV, pag. 107 u. f. Der hier von Langerhans auf Grund brieflicher Mittheilungen gemachte Hinweis auf den II. Theil meiner südjapanischen Anneliden ist insofern richtig zu stellen, als ich die genannten Erfahrungen nicht dort, sondern in der vorliegenden Arbeit zusammenfasse.

natürliche Stellung gebrauchen. An jeder Hakenborste kann man drei Ränder unterscheiden: den die Zähne tragenden Aussenrand, den zwischen den Angriffspunkten der Muskel gelegenen Innenrand und endlich den Hinterrand im Hinblick auf die typische Lagerung der Hakenborsten. Höhe der Hakenborste nenne ich die von der Kuppe des grossen Zahnes zum Innenrand gezogene Senkrechte. In Seitensicht bemerkt man am Aussenrande stets einen grossen Zahn und vor diesem mindestens ein Zähnchen, meistens aber mehrere, an Grösse abnehmende Zähnchen. Bei Obensicht überzeugt man sich, dass der grosse Zahn nur einfach auftritt, dass aber die dahinter liegenden Zähnchen (mit der seltenen Ausnahme von *Loimia*) zu zwei oder mehr nebeneinander liegen — das Vorderende des Aussenrandes ist mit dachziegelartig hintereinander liegenden Zähnchen besetzt. Ich stelle hier eine Reihe von Hakenborsten zusammen und bezeichne zur grösseren Übersichtlichkeit die Zähne des Aussenrandes mit Zahlen, bei dem grossen Zahne mit 1 beginnend. Wenn sich dieselben Zahlen wiederholen, so bedeutet dies die Anzahl der in einer Querreihe stehenden Zähne derselben Ordnung. Punkte hinter der Zahl sollen ausdrücken, dass die Zahl der Zähne nicht genau anzugeben ist oder doch nicht wesentlich ist. Die Hakenborsten sind meist in Hinsicht auf die Zahl der Zähne nicht an allen Regionen des Körpers gleich. Gewöhnlich nimmt die Zahl der Zähnchen an den Hakenborsten der hinteren Segmente zu, selten nimmt sie ab *(Leprea)*; wenig verändert sah ich sie bei *Nicolea* und *Polymnia*. Ich berücksichtige hier in erster Linie nur Hakenborsten aus dem 7. bis 20. Borstenwulste.

I.
- *Amphitrite:* 1. viele: 2., 3., 4., 5., 6.
- *Leprea:* 1. 222. 333. 444. (vorn 1.222 — 2222, 333, 444, 555, 666).
- *Pista:* 1. 222—222222. 333.... 444.... 555....

II.
- *Lanice:* 1. 22. 333. (hinten: 1.222. 333.... 444....
- *Nicolea:* 1. 222. 2222. 3.3 (444).
- *Scione:* 1. 2222. 333.... 444.... 555....
- *Axionice:* 1. 222. 33.

III.
- *Terebella:* 1. 22. 333.
- *Polymnia:* 1. 2. 333.

III. { *Thelepus*: 1. 22. 333.
{ *Neottis*: 1. 22. 3.

IV. *Loimia:* 1. 2. 3. 4. (5.) (6.)

In dieser Zusammenstellung findet man alle Gattungen Malmgren's bis auf *Leaena*, *Lanassa*, *Laphania* und *Grymaea*, welche ich nicht untersuchen konnte. Nach der Zähnelung lassen sich die mit I—IV bezeichneten Gruppen unterscheiden. In die Gruppe I werden wahrscheinlich *Leaena*, *Lanassa* und *Laphania* gehören, in die Gruppe III *Grymaea*. Wenn man die Formeln innerhalb einer Gruppe vergleicht und ganz absieht von dem vorstehenden Gattungsnamen Malmgren's, so wird man finden, dass einige ganz selbstständig sind, andere wieder so sehr übereinstimmen, dass man sie zusammenzufassen geneigt wird. Bringt man letztere in Verbindung mit dem Gattungsnamen, bei dessen Schöpfung die Zahnzahl und Stellung keine Rolle spielten, so muss man schliessen, dass noch andere Merkmale von solcher Wichtigkeit zur Ausbildung kommen, dass die Abgrenzung einer Gattung gerechtfertigt erscheint. Die Untersuchung der Hakenborsten von oben führt zu einer Prüfung dieser Merkmale und sie wird entweder Stützen dafür liefern oder die Erkenntniss von deren geringem Werthe. Auf diesem Wege gelangte ich dazu, einen Theil der Gattungen Malmgren's für sehr gut begründet zu halten, einen anderen aber aufzulassen. Wir kennen zahlreiche Terebellen, deren Hakenborsten in Obensicht die erste Formel der Gruppe I geben. Sie besitzen eine wechselnde Zahl von Haarborstenbündeln, meist drei Paar Kiemen, aber auch zwei, und der Bau derselben ist gleichfalls verschieden. Nach den Hakenborsten sind sie zu vereinigen. Alle diese Arten besitzen noch ein besonderes gemeinsames Merkmal: Sägehaarborsten, wodurch diese Vereinigung gewissermassen ihre Bestätigung erfährt. Es sind das die *Amphitrite*-Arten. Auch Malmgren zweigte da keine Gattung ab wohl desshalb, weil ihm die eigenthümlichen Haarborsten ein genügend festes Band schienen. Ich verstärke dasselbe aber durch die Hakenborsten. Die Zahl der Kiemen und Haarborstenbündel sind mir nicht entscheidend. Wendet man denselben Grundsatz bei Gruppe II an, so sind zunächst *Scione* und *Axionice* zu vereinigen, die Hakenborsten ähneln sich auch im Profil zum Verwechseln. Dieselbe Form der

Hakenborsten mit übereinstimmender Zähnelung hat aber auch *Nicolea*. Während jedoch die zwei den beiden erstgenannten Gattungen zugehörigen Arten nur ein Kiemenpaar und Lappenbildungen am ersten bis dritten Segmente besitzen, haben die *Nicolea*-Arten meist zwei (selten drei) Kiemen und keine Flankenlappen. Die häufig geringe Zahl der Segmente theilen *Nicolea*-Arten mit *Scione* und *Axionice*. Darin erblicke ich aber bei der Gleichheit der Hakenborsten keinen Grund zur Aufstellung mehrerer Gattungen. Ja, es scheint mir sogar die gemeinschaftliche Eigenthümlichkeit, wenig Kiemen und Haarborstenbündel anzulegen, deutlich auf Zusammengehörigkeit hinzuweisen. Lappenbildungen an den ersten Segmenten halte ich für gute Species-, aber unwesentliche Gattungs-Charaktere. [1] Dass in Gruppe I *Terebella* und *Polymnia* einerseits *Thelepus* und *Neottis* anderseits vereinigt werden müssen, bedarf keiner besonderen Begründung. *Pista* hat berechtigte Selbstständigkeit durch den langen Muskelfortsatz der Hakenborsten der vorderen Borstenwülste. Man kann nun fragen, warum ich nicht *Leprea* zu *Amphitrite*, *Lanice* zu *Nicolea* und etwa *Thelepus* zu *Polymnia* stelle? Weil hier viel gewichtigere Gründe für die Trennung sprechen. Die Hakenborsten der *Leprea*-Arten sind, wie ein auch nur flüchtiger Vergleich lehrt, sehr verschieden von denen der *Amphitrite*-Arten. Dasselbe gilt von den Haarborsten und endlich tritt bei allen bisher bekannten *Leprea*-Arten die grosse Zahl der Haarborstenbündel als constanter Charakter auf. Dass ich *Lanice* beibehalte, motivire ich durch die höchst eigenthümliche Lage der Hakenborsten zu einander, denen der Schutzpolster fehlt, und die Form der Kiemen, drei Charaktere, die wir nur an einem einzigen anderen, durch die aberrante Form der Hakenborsten ausgezeichneten Typus, nämlich bei *Loimia* finden. Dass *Thelepus* selbstständig zu bleiben hat, folgere ich aus der besonderen Lage des ersten Haarborstenbündels, dem Auftreten der Hakenborsten in einfacher Stellung und endlich dem Vorhandensein des griffförmigen Fortsatzes nahe am Vorderrande des Aussenrandes an Stelle des Trägers des Schutzpolsters. Dass übrigens zwischen den Hakenborsten von *Terebella* Mgrn. und *Thelepus* Beziehungen

[1] Ich weise diesbezüglich auch auf das unter *Pista* auf Seite 186 Gesagte hin.

stattfinden, lehrt ein Blick auf die Fig. 4, Taf. I und Fig. 6, Taf. I und Fig. 3, Taf. II. Die beiden kiemenlosen Gattungen *Leaena* und *Lanassa* sind zu vereinigen, wie bereits Langerhans vorgeschlagen. Doch halte ich im Gegensatze mit ihm die kiemenlose Gattung *Laphania* getrennt. Diese Gattung nähert sich durch die einfache Stellung der Hakenborsten *Thelepus*, steht jedoch in Folge der Lage des ersten Borstenwulstes gänzlich isolirt da. *Grymaea* wird wahrscheinlich mit *Thelepus* vereinigt werden können.

Ich stelle hier die Gattungen zusammen, die ich beibehalte:

Amphitrite = *Amphitrite* Mgrn.
Leprea = *Leprea* Mgrn.
Pista = *Pista* Mgrn.
Lanice = *Lanice* Mgrn.
Loimia = *Loimia* Mgrn.
Nicolea = *Nicolea* Mgrn. + *Scione* Mgrn. + *Axionice* Mgrn.
Polymnia = *Terebella* (L) Mgrn. + *Polymnia* Mgrn.
Leaena = *Leaena* Mgrn. + *Lanassa* Mgrn.
Laphania = *Laphania* Mgrn.
Thelepus = *Thelepus* (Leuck.) Mgrn. + *Neottis* Mgrn. + ? *Grymaea*.

Indem ich dieses Resultat einer abermaligen Untersuchung der Terebellen gebe, fühle ich mich verpflichtet, den geringen Unterschied zwischen meinen und Malmgren's Anschauungen über die Abgrenzung der Gattungen in der Familie der Terebellen hervorzuheben. Diese grosse Übereinstimmung möge man meiner eigenen Befangenheit in der Abschätzung der von mir benützten Merkmale zuschreiben, ich für meinen Theil erkenne darin dankbar den ausgezeichneten Blick des bahnbrechenden Autors. Die Differenzen zwischen Malmgren und mir stellten sich nur dort heraus, wo er die Zahl der Kiemen und Haarborstenbündel in den Vordergrund treten liess. Ich zweifle jedoch nicht, dass Malmgren selbst davon abgestanden wäre, wenn er vor Vollendung seiner Arbeit Gelegenheit gehabt hätte, das Chaos kennen zu lernen, das Quatrefages über die Terebellen hereinbrechen liess, indem er diesen Merkmalen einen ihnen nicht gebührenden Einfluss einräumte.

Bei der nunmehr folgenden Beschreibung der Mittelmeer-Arten halte ich eine etwas andere Gruppirung ein als Malmgren. Und man wird finden, dass sich dieselbe an die oben gegebene Gruppirung der Hakenborsten nach ihrer Zähnelung anschliesst. Damit will ich aber nicht gesagt haben, dass diese nach der Zahl der Zähne gemachte Zusammenstellung auch ein Ausdruck der wirklichen Verwandtschaftsverhältnisse sei. Der Fall von *Lanice* und *Loimia*, die in der Reihe sehr weit abstehen und doch greifbar zusammengehören, mahnt zur Vorsicht. Erst wenn noch mehr Formen in ähnlicher Weise untersucht sein werden, wird vielleicht eher einer speculativen Betrachtung Gelegenheit gegeben sein. Nur das Eine steht für mich fest, dass Formen mit in jeglicher Hinsicht übereinstimmender Bildung der Hakenborsten zusammengehalten werden müssen. Man kann dann sehen, wie innerhalb solcher Gruppen häufig gewisse Merkmale (Zahl der Haarborstenbündel, Zahl und Form der Kiemen, Lappenbildungen) weit auseinandergehen. Stellt man das Ähnliche zusammen, so entstehen Reihen, welche in dieser Hinsicht untereinander viel mehr verschieden sind, als die zugehörigen Hakenborsten (z. B. bei *Amphitrite*, *Pista* mihi, *Nicolea* mihi). Die genannten Merkmale differenziren sich also stark. In anderen Fällen bleiben sie von einer lähmenden Monotonie und wir sind wieder nur auf eine subtile Unterscheidung der schwach differenzirten Hakenborsten angewiesen (*Thelepus* mihi).

Wenn ich bei meinen systematischen Betrachtungen die Haarborsten nur wenig berücksichtigte, so erfuhren sie diese unverdiente Zurücksetzung nur deshalb, weil ich über sie nichts Neues zu sagen habe. Dass ich ihre Bedeutung nicht verkenne, erhellt aus jenen Stellen meiner Arbeit, wo ich sie als Stützen meiner Beweisführung heranzog. Man braucht nur die Abbildungen Malmgren's zu betrachten, um zu erkennen, dass ihre Form charakteristischen Wandlungen unterworfen ist und dass die verschiedenen Bildungen mithelfen, den Rahmen der Gattungen auszufüllen. Nur stehen sie hinter den Hakenborsten zurück, weil wegen der Einfachheit ihres Baues überhaupt auch die Mannigfaltigkeit ausdrucksloser wird und Vergleichspunkte nicht so scharf hervorzuheben sind. Zum Schlusse dieser meine eigentliche Arbeit einleitenden Auseinandersetzungen mache ich

noch die Bemerkung, dass ich in der Diagnose der Arten, wo es mir das Material gestattete, Angaben über die Öffnungen der Segmentalorgane, welche in kürzeren oder längeren „Papillen“ liegen, mache, ohne auf absolute Genauigkeit Anspruch erheben zu wollen. Diese wird nur durch Zergliederung des Objectes erreicht werden. In den Bereich einer solchen Arbeit fiele dann auch ein Urtheil über die in jüngster Zeit von Cosmovici gemachte Unterscheidung zwischen Bojanus- und Segmentalorganen. Darauf einzugehen lag jedoch ausserhalb des mir für jetzt gesteckten Zieles.

Übersicht

der wichtigsten Merkmale der im Mittelmeere vorkommenden Terebellen.

A.

Haarborsten am Ende sägeartig zerschlitzt.

I. Haarborstenbündel an 17—24 Segmenten, gesägter Anhang in der Verlängerung der Haarborste: *Amphitrite.*

1. Hakenborsten in doppelter Stellung nur vom 11. bis 20. Segmente

17 Haarborstenbündel, 3 Paar fadenförmige Kiemen: *A. cirrata* O. F. Müll.

17 Haarborstenbündel, 3 Paar dichotomische Kiemen: *A. variabilis* Risso.

2. Hakenborsten in doppelter Stellung vom 11. Segmente an bis hinten

23 Haarborstenbündel (selten 24 oder 22), 3 Paar dichotomische Kiemen: *A. rubra* Risso.

17 (auch 18, 19) Haarborstenbündel, 2 Paar kammförmige Kiemen: *A. gracilis* Gr.

II. Haarborstenbündel an allen Segmenten vom 4. an, gesägter Anhang schief abstehend, breit, auch eingerollt: *Leprea lapidaria* L.

B.

Haarborsten einfach zugespitzt endigend.

I. Am 4. Segmente beginnend, höchstens 17 Haarborstenbündel, Hakenborsten zum Theile in doppelter Stellung (am 11. bis 20. Segmente.)

1. Hakenborsten bei doppelter Stellung mit von einander abgewendeten Zähnen (rückenständig):

Lanice conchilega Pallas.

2. Hakenborsten bei doppelter Stellung mit einander zugekehrten Zähnen (abwechselnd, halbgegenständig, ganzgegenständig)

a) Hakenborsten mindestens der 6 ersten Borstenwülste mit einem langen hinteren Muskelfortsatze: *Pista.*

2—4 pinselförmige Kiemen mit spiralig angeordneten Ästen, langer Muskelfortsatz höchstens an den Hakenborsten der 7 ersten Borstenwülste: *P. cristata* O. F. Müll.

6 quastenförmige Kiemen, dichotomisch verzweigt, mit nicht spiralig angeordneten Ästen, langer Muskelfortsatz allmälig an Grösse abnehmend an den Hakenborsten aller Borstenwülste bis zum 20. Segmente: *P. cretacea* Gr.

b) Hakenborsten ohne langen Muskelfortsatz.

α) Meist nur 2 Paar Kiemen (selten 3), keine Flankenlappen am 2. und 3. Segmente, Hakenborsten in doppelter Stellung abwechselnd einreihig: *Nicolea venustula* Mont.

β) 3 Paar Kiemen, Flankenlappen am 2. und 3. Segmente

Kiemen sehr reichästig. Habitus strausartig. Hakenborsten in Obensicht mit 2 Zähnchen vor dem grossen, in doppelter Stellung halbgegenständig:

Polymnia nebulosa Mont.

Kiemen fast regelmässig dichotomisch. Habitus fächerförmig. Hakenborsten in Obensicht mit 1 Zähnchen vor dem grossen, in doppelter Stellung abwechselnd einreihig:
Polymnia nesidensis Delle Chiaje.

II. Am 3. Segmente beginnend, stets mehr als 17 Haarborstenbündel, Hakenborsten durchaus nur in einfacher Stellung: *Thelepus.*

2 Paar fadenförmige Kiemen, Haarborstenbündel in schwankender Anzahl, nicht bis zum Ende des Körpers. Hakenborsten vor dem griffförmigen Fortsatze des Aussenrandes scharf abgestutzt: *Th. cincinnatus* F.

3 Paar fadenförmige Kiemen, 30—41 Haarborstenbündel, Hakenborsten vor dem griffförmigen Fortsatze des Aussenrandes vorgewölbt: *Th. triserialis* Gr.

Amphitrite.

1865 Malmgren. Nordiska Hafs-Annulater. Öfvers af. k. Vet.-Akad. Förh. pag. 374.

Durch Einfügung der *A. rubra* Risso und *A. gracilis* Grube werden folgende Zusätze nöthig.[1]

Auch nur 2 Paar Kiemen mit kammförmiger Verzweigung. Hakenborsten in doppelter Stellung auch an den auf das letzte Haarborstenbündel folgenden Segmenten bis nahe an das Leibesende. Hakenborsten der Gattung bei doppelter Stellung halbgegenständig, selten ganz gegenständig *(A. gracilis)*, ausgezeichnet durch die grosse Zahl Querreihen feinster Zähnchen vor dem grossen Zahne.

Amphitrite cirrata.

1771 Die buschigte *Amphitrite*, Otto Fr. Müller. Von Würmern d. süssen u. salzigen Wassers. Kopenhagen, pag. 188, Tab. XV.

---

[1] An *A. rubra* schliesst sich *Terebella vigintipes* Ehrb. Gr. — sie ist eine *Amphitrite* — hinsichtlich der Stellung der Hakenborsten. *T. haematina* Müll. Fr. et Gr., welche ich nicht kenne, scheint gleichfalls eine *Amphitrite* und mit *A. gracilis* verwandt zu sein.

1776 *Amphitrite cirrata* O. F. Müll. Zoolog. danic. prodrom. Nr. 2617.
1780 „ „ „ „ „ ; Fabricius O. Fauna groenl. p. 285.
1818 *Terebella cirrhata* Montagu G. Descript. of five british species of the genus *Terebella* of Linné. Trans of the Linn. Soc. Vol. XII, pag. 342, Tab. XI, Fig. 1.
1820 *Terebella cirrata* O. F. Müll.; Savigny J. C. Syst. d. Annél. pag. 86.
1849 „ „ (Müll.) Cuv.; Leuckart R. Zur Kenntniss der Fauna von Island. Arch. f. Naturg. 15. Jahrg. pag. 171. Fig. 5.
1864 *Amphitrite cirrata* O. F. Müll.; Grube E. Die Insel Lussin. Breslau, pag. 88.
1865 *Terebella cirrata* O. F. Müll.; Johnston, Catal. of the british non-parasit. worms. London, pag. 236.
1865 *Amphitrite cirrata* O. F. Müll.; Malmgren. Nordiska Hafs-Annul. Öfvers. af k. Vetensk-Akad. Förh., pag. 375, Tab. XXI, Fig. 53.

Diese weit verbreitete Art lebt auch in der Adria und im Mittelmeere. Grube fand sie in Lussin, ich bei Triest. Ferner liegt sie mir in Exemplaren von Neapel vor.

Diagnose.

Körper bei einer Länge von 27 und 85 Mm. mit 64 und 82 Segmenten. 17 Haarborstenbündel. Der Vorderrand des Kopflappens seitlich keinen Fortsatz bildend. 3 Paar Kiemen. Kiemen durch ein Büschel von Fäden gebildet, die gemeinschaftlich auf einer Erhebung der Haut ihren Ursprung nehmen. 10, 11 Bauchschilder. Am 3. Segmente unter der 2. Kieme eine ansehnliche Papille, das 4. und 5. Segment papillenlos oder doch keine wahrnehmbar, sodann wieder niedere Papillen zwischen dem Borstenbündel und dem oberen Ende des Borstenwulstes am 6. bis inclusive 11. Segmente; somit 7 Papillen im Ganzen. Die Borstenwülste vom 21. Segmente angefangen rasch niedriger werdend und in ziemlich entfernt stehende deutliche Flösschen übergehend; chitinöse Stützborsten. Die Hakenborsten vom 11. bis 20. Segmente in doppelter Stellung, halbgegenständig.

Farbe im Leben: Körper grauröthlich, braun angeraucht, hinten blässer. Fühlfäden braun gestrichelt und punktirt. Das braune Pigment erhält sich lange im Alkohol.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeer: Zaule bei Triest (ich), Lussin (Grube), Neapel (Zoologische Station).

Verbreitung: Circumpolar. Norwegen, Spitzbergen, Nowaja-Semlja, Grönland, Island, Grossbritannien, Labrador, St. Lorenzbucht, Neu-England, Lorenzbai (Gebrüder Krause).

Amphitrite variabilis.

(Taf. I, Fig. 1.)

1826 *Terebella variabilis* Risso. Hist. nat. d. princip. prod. de l'Europe merid. Paris. T. IV, pag. 408.

1855 *Terebella viminalis* Grube E. Beschreib. neuer od. wenig bekannter Annel. Arch. f. Naturg. 21. Jahrg.; pag. 117, Taf. IV, Fig. 5.

1864 *Terebella viminalis* Grube E. Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna. 1864, pag. 87.

1865 *Amphitrite viminalis* Gr.; Malmgren. Nordiska Hafs-Annul. Öfvers. af k. Vet.-Akad. Förh. pag. 377.

Was Risso über den Körper, die Färbung, Zahl der Haarborstenbündel und der Kiemen seiner *Terebella variabilis* angibt, passt vollkommen auf eine Terebelle, mir die häufig unterkam und von Grube 1855 *Terebella viminalis* benannt wurde. Es hat somit der ältere Name in sein Recht zu treten.

Diagnose.

Körper bei einer Länge von 45, 70, 122 Mm. mit 77, 94, 91 Segmenten. 17 Haarborstenbündel. Der Vorderrand des Kopflappens seitlich einen kurzen Fortsatz bildend. 3 Paar verzweigte Kiemen. Hauptstamm mit sehr zahlreichen dicht gedrängten Ästen besetzt. Äste regelmässig dichotomisch (bis 3, höchstens 4mal), Endgabeln sehr lang. Besonders die unteren Äste reich entwickelt mit hoch hinaufreichenden Endgabeln. Hauptstamm kurz, Habitus daher pinselförmig. 13, 14 Bauchschilder. Am 3. Segmente unter der 2. Kieme, dann am 4. unter dem Borstenbündel eine niedrige Papille, noch unansehnlichere an den 4 folgenden Segmenten zwischen Haarborstenbündel und Borstenwulst; somit 6 Papillen im Ganzen. Die Borstenwülste vom 21. Segmente angefangen nur allmälig an Höhe abnehmend, sehr dicht aufeinander folgend. Sie erheben sich jedoch bald deutlich und verwandeln sich an den hinteren Segmenten in kleine Flösschen. Chitinöse Stützborsten. Die Hakenborsten (Fig. 1) vom 11.—20. Segment in doppelter Stellung, halb gegenständig.

Farbe im Leben; Körper schmutzig rosenroth, röthlichgrau, braungrau mit orangefarbenen Bauchschildern. Fühlfäden weiss, chamois, röthlich.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Zaule bei Triest (Grube, ich), Pirano, Zara, Lesina (k. k. zoolog. Hofcabinet), Lussin (Grube), Nizza (Risso), Neapel (zoolog. Station), Sicilien (k. k. zoolog. Hofcabinet).

Verbreitung: Nur Mittelmeer.

Amphitrite rubra.

(Taf. I, Fig. 2.)

1826 *Terebella rubra* Risso. Hist. nat. d. princip. prod. de l'Europe mérid. Paris. T. IV, pag. 409.

1828 *Amphitrite Olfersii* Delle Chiaje. Mem. su la storia e not. degli anim. senza vert. del regno di Nap. Vol. III, pag. 168, 179, tav. XLIII, Fig. 1.

1838 *Terebella multisetosa* Grube E. Zur Anatom. u. Phys. der Kiemenwürmer. Königsberg. pag. 19.

1841 *Amphitrite Olfersii* Delle Chiaje. Descrizione e not. degli anim. invert. della Sicilia cit. T. III, pag. 69; T. V, pag. 93, tav. 105, Fig. 1, 6.

1860 *Terebella spiralis* Grube E. Beschreib. neuer oder wenig bekannter Annel. Arch. f. Naturg. 26. Jahrg. pag. 97; Ausflug nach Triest. Berlin 1861. pag. 85, 148.

1863 *Terebella compacta* Grube E. Beschreib. neuer oder wenig bekannter Annel. Arch. f. Naturg. 29. Jahrg., pag. 55, Taf. V, Fig. 6; Die Insel Lussin u. ihre Meeresfauna. Breslau 1864, p. 87.

1868 *Terebella multisetosa* Grube; Claparède Ed., Annél. chétop. du golfe de Naples, II part. Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. T. XX, 1. part, pag. 138, Pl. XXIII, Fig. 5.

1875 *Amphitrite incana* Claparède. Ebenda, T. XX, 2. part. p. 493, Pl. XIII, Fig. 6.

Ich finde, dass vor Grube sowohl Risso als Delle Chiaje diese Art in Händen hatten, die sich durch eine grössere Zahl von Haarborstenbündeln bei Anwesenheit verzweigter Kiemen auszeichnet und dadurch leicht wieder zu erkennen ist. Nur gibt Risso deren Zahl mit 19 zu niedrig an; die übrigen Merkmale stimmen ganz gut. Aus der *Amphitrite Olfersii* Delle Chiaje's wäre nach der ersten Beschreibung nicht viel zu machen; es sind aber doch einzelne Stellen bezeichnend für Jeden, der die weiter

unten beschriebene Terebelle einmal lebend gesehen, so wenn man liest, dass die Segmente an der Seite eine weissliche Grube mit erhabenem gelbraunem Saume tragen, die Kiemen nur einseitig verzweigt sind, die Farbe des Körpers gelb ist (l. c. T. V verbessert Delle Chiaje: roth). Diese Merkmale wird man alle in meiner weiter unten folgenden Diagnose finden. Die „weisslichen braun eingefassten Gruben" sind die Borstenwülste. Auch die wenigen Worte, welche Grube 1838 unserer Art widmete, würden dieselbe kaum der Vergessenheit entrissen haben, wenn sie nicht den oben erwähnten wichtigen Charakter berührt hätten. Erst Claparède untersuchte diese Terebelle genauer und bezeichnete sie, wie ich finde, einmal als *Terebella multisetosa* Gr. und zwei Jahre später unter dem Namen: *Amphitrite incana* als neue Art. Es scheint ihn eine Farbenvarietät irregeleitet zu haben. Die Abbildung, welche er von den Borsten der *T. multisetosa* gab, zeigt, dass er schon das erste Mal eine *Amphitrite* im Sinne Malmgren's vor sich gehabt und somit gewiss dieselbe Art wie nachher. *Terebella compacta* Gr. ist einzuziehen. Man erkennt aus der Beschreibung ohne Schwierigkeit die *A. rubra*. Schon die Angaben über die Färbung fallen mit dem zusammen, was ich gesehen und Claparède anführt. Ebenso halte ich *T. spiralis* Gr. nur für eine verstümmelte oder verkrüppelte *A. rubra*, wenn auch Grube nur zwei Kiemenpaare und von etwas abweichendem Bau annimmt. Es stimmt die Zahl der Borstenbündel, und Grube bemerkt bei einem Vergleiche der *Terebella Claparedii* Gr. von den Philippinen (wahrscheinlich eine *Nicolea*) mit anderen Arten, die nur zwei Kiemenpaare besitzen, dass seine *T. spiralis* ausser Haarborsten auch Meisselborsten habe. Damit dürfte er wohl die eigenthümlichen Sägeborsten der *Amphitrite*-Arten gemeint haben, die zum Theil erhalten waren. Auch sah Grube einige (eilf) der bei *A. rubra* weit nach hinten gehenden Öffnungen der Segmentalorgane (Papillen). Sie finden sich an 14 Segmenten. Sehr ähnlich, aber nicht identisch mit ihr, wie Tauber meint, ist *Amphitrite brunnea* Stimps.[1] aus dem atlantischen Ocean (Europa, Nordostamerika). *A. brunnea* scheint meist 24 Borsten-

[1] Verrill erkannte (1873—74) in der *T. brunnea* Stimps. (1853) die nachherige *A. Johnstoni* Malmgren (1865), welche übrigens schon der *A. figulus* Dallyell (1858) weichen müsste.

bündel zu besitzen. Wenigstens gibt Malmgren diese Zahlen und ich fand sie auch an den mir verfügbaren Individuen (zwei von der schottischen Küste, fünf von Helgoland), während *A. rubra* vorwiegend 23 Borstenbündel trägt. Es ist aber bei den *Amphitrite*-Arten ein Schwanken um ein bis zwei Borstenbündel mehr oder weniger keine Seltenheit. Auch die anderen Unterschiede, die man den Kiemen, der Länge der Segmente und der Ausbildung der Borstenwülste an den hinteren Segmenten abgewinnen könnte, treten nicht so scharf hervor, dass sie die Grenze der innerhalb einer Art angenommenen Dehnbarkeit solcher Merkmale überschreiten würden. Aber *A. rubra* hat in allen Borstenwülsten, die sechs ersten und allerletzten ausgenommen, die Hakenborsten in doppelter Stellung, während sie bei *A. brunnea* vom 28. Segmente an, also nach dem letzten Borstenbündel, nur in einfacher Stellung auftreten. Diese Eigenthümlichkeit muss zur Trennung der beiden Arten führen, so viele andere Punkte zu einer Vereinigung locken mögen.

Diagnose.

Körper bei einer Länge von 52 und 105 Mm. mit 86 und 100 Segmenten. 23 Haarborstenbündel (selten 24 oder 22). Der Vorderrand des Kopflappens seitlich einen ansehnlichen Fortsatz bildend. Drei Paar verzweigte Kiemen. Hauptstamm mit zahlreichen Ästen besetzt, die vorwiegend auf einer Seite entspringen. Die Äste regelmässig dichotomisch (bis fünfmal), die Endgabeln lang. Habitus der Kieme bei grossen Thieren in Folge besonderer Längenentwickelung des Hauptstammes pyramidenförmig. 13, 14, 15 Bauchschilder. Am dritten Segment unter der zweiten Kieme dann am vierten und fünften unter dem Borstenhöcker eine starke Papille, viel kleinere, schwer zu bemerkende, an den nächsten eilf Segmenten zwischen dem Borstenbündel und dorsalen Ende des Borstenwulstes; somit 14 Papillen im Ganzen. Borstenwülste vom 27. Segmente an nur allmälig an Höhe abnehmend, dicht aufeinander folgend. Keine Flösschen, keine chitinösen Stützborsten. Die Hakenborsten (Fig. 2) nur in den sechs ersten und den allerletzten Borstenwülsten in einfacher, in allen übrigen in doppelter Stellung, halb gegenständig.

Farbe im Leben: Variirend. Es gibt helle Individuen mit blass rosarothem Körper und weissen Fühlfäden und dunkle.

Bei diesen ist die Farbe des Leibes indianerroth (palissanderbraun, madeiraroth [Claparède]), die Borstenwülste sind heller mit zarter bräunlicher oder röthlicher Einfassung. Dieses Pigment häuft sich an den ventralen Enden der Borstenwülste an, wodurch ein dunkler Fleck von der Gestalt eines Winkels, dessen Spitze gegen die Bauchschilder gerichtet ist, entsteht. Auch die Borstenhöcker zeigen eine leichte, dunkle Einfassung und selbst ihre Spitze ist pigmentirt. Die Kiemen solcher Exemplare sind gleichfalls bräunlich, die Fühlfäden rosenröthlich oder weiss. Das Pigment erhält sich längere Zeit in Alkohol.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Triest, Pola, Rovigno etc. (ich), Cherso, Lussin (Grube), Nizza (Risso), Neapel (Delle Chiaje, Claparède, Zoolog. Station).

Verbreitung: Nur Mittelmeer.

Amphitrite gracilis.

(Taf. I, Fig. 3.)

1860 *Terebella gracilis* Grube E. Beschreib. neuer od. wenig bekannt. Annel. Arch. f. Naturg. 26. Jahrg., pag. 99.

1863 *Terebella gelatinosa* Keferstein W. Untersuch. über niedere Seethiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12, pag. 126, Taf. XI, Fig. 19—22.

1865 *Physelia scylla* Savigny; Quatrefages. Hist. nat. d. Annél. T. II, pag. 369 (ausgenommen die Citate, Savigny, Blainville, Grube betreffend).

1868 ? *Terebella laevirostris* Claparède Ed. Annél. chétop. du golfe de Naples. II part. Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. T. XX, 1. part., pag. 139, Pl. XI, fig. 5.

1868 *Nicolea gelatinosa* Keferstein; Grube E. Mittheil. über St. Vaast-la-Hougue. Abh. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur. 1868—1869, pag. 128 (38 d. Sep.).

Grube's Beschreibung der *T. gracilis* gibt über alle charakteristischen Eigenthümlichkeiten (kammförmiger Bau der nur in zwei Paaren auftretenden Kiemen, Doppelstellung der Hakenborsten vom eilften Segmente an) genügenden Aufschluss, so dass ich leicht eine Terebelle, die mir in Triest und in Lesina in die Hände kam, auf dieselbe zurückführen konnte. Dieselbe Art fand ich auch bei St. Malo, wodurch ich im Stande war, die *T. gelatinosa* Kef. als synonym zu erklären. Quatrefages bezeichnet diese als *Physelia scylla* Sav. Dieser Name kann jedoch nicht

in Anwendung kommen, weil die *T. scylla* Savigny's aus dem rothen Meere sicher eine andere Art ist.

Grube führt 17, 18 Haarborstenbündel, Quatrefages 19—20 an. Meine adriatischen Exemplare besassen nur 17, die von St. Malo 19; so viele gibt auch Keferstein für jene von St. Vaast-la-Hougue an.

Ich fand an dieser Art die typischen Borsten der *Amphitrite*-Arten Malmgren's und unterstelle sie deshalb dieser Gattung, eren bisherige Auffassung erweiternd. Auf Seite 156 erörterte ich, wie gerade die *Terebella gracilis* eine Stütze meiner Ansicht geworden, dass die Kiemen bei der Charakteristik der Terebellen-Gattungen nicht den Ausschlag geben dürfen.

Unter den von Claparède beschriebenen Terebellen findet sich in seiner II. Section, die Arten „ohne chitinöse Stützborsten der Hakenborsten und ohne Flösschen" enthielt, eine neue Art: *T. laevirostris* mit 18 Haarborstenbündeln und Hakenborsten in doppelter Stellung vom eilften Segmente an. Diese Beziehungen zur *A. gracilis* werden aber wieder abgeschwächt durch die ausdrückliche Angabe, dass drei Kiemenpaare vorhanden und die Hakenborsten mit nur einem einzigen grossen Zahne versehen seien, ohne weitere Zähnelung vor demselben, doch bemerke man eine Strichelung. Über die Form der Kiemen und Haarborsten erhalten wir keine Auskunft. Man müsste annehmen, dass Claparède in seinen Notirungen über die Zahl der Kiemen ein Irrthum unterlaufen sei und dass er die Hakenborsten bei nicht genügender Vergrösserung untersucht habe. Diese Vermuthungen gewinnen an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dass bis jetzt noch bei keiner Terebelle Hakenborsten mit nur einem einzigen Zahne beobachtet wurden. Es ist also immerhin möglich, dass die *T. laevirostris* mit *A. gracilis* zusammenfällt.

Diagnose.

Körper bei 30, 65 Mm. Länge mit 117, 146 Segmenten, vorn 1·5, 2 Mm. breit, schlank. 17 Haarborstenbündel (auch 18, 19). Der Vorderrand des Kopflappens seitlich keinen Fortsatz bildend. Zwei Paar kammförmig verzweigte Kiemen (Fig. 3). Die zweite Kieme kleiner. 11, 12 Bauchschilder. Am dritten Segmente unter der zweiten Kieme eine ansehnliche Papille, das vierte und fünfte

Segment papillenlos oder doch keine wahrnehmbar, sodann gleichfalls lange, schief nach vorne gerichtete Papillen zwischen dem Borstenbündel und dem oberen Ende des Borstenwulstes am sechsten bis inclusive dreizehnten Segmente, somit neun Papillen im Ganzen. Haarborsten (Fig. 3 *A*) auf kurze Strecke breitgeflügelt. Borstenwülste hinter dem letzten Bauchschilde einander sehr genähert. Keine Flösschen, keine chitinösen Stützborsten. Hakenborsten (3 *B*) vom eilften Segmente an in doppelter Stellung, ganz gegenständig, daher zwei Reihen bildend, nur in den hintersten Segmenten wieder in einfacher Stellung, sehr klein, überall nahezu gleichgestaltet, nur in den letzten Borstenwülsten (Fig. 3 *C*) ein wenig kleiner als vorn (0·024 gegen 0·027 Mm.). In Seitensicht vor dem grossen Zahne drei oder vier Zähnchen mit unbestimmten Conturen.

Farbe im Leben: Farblos oder schwach gelblich grau, gelatinös.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Zaule bei Triest, Cittavecchia auf Lesina (ich).

Verbreitung: Scilly-Inseln (Carus), St. Vaast-la-Hougue (Keferstein, Quatrefages, Grube), St. Malo (Grube, ich), Roscoff (Grube), la Rochelle (Quatrefages).

Leprea.

1865 Malmgren. Nordiska Hafs-Annulat. (Meddeladt d. 16. Nov. 1864.) Öfvers. af k. Vet. Akad. Förh. pag. 389.

1865 *Heteroterebella* Quatrefages. Note sur la classific. d. Annél. Comptes rend. (27 mars 1865). T. LX, pag. 598.

An *Amphitrite* schliesst sich nach der Gestalt der Haar- und Hakenborsten innig *Leprea*. Formen, wie *A. rubra* Risso, *brunnea* Stimps und *gracilis* Gr. liefern hiefür den Beleg. Da die einzige Art, für welche Malmgren diese Gattung aufstellte, Haarborstenbündel bis an das Leibesende hat, nahm er diesen Charakter in die Gattungsdiagnose auf. Bei anderen, zweifellos hierhergehörigen Arten, wie *L. Ehrenbergi* Gr., *pterochaeta* Schmard., *Orotavae* Langerh.[1] entbehrt ein Theil der Segmente der Haar-

[1] Ich halte die Terebelle, welche Langerhans (Über einige canarische Anneliden. Nov.-Act d. k. leop.-carol. deutsch. Akad. d. Wiss. Bd. XLII,

borstenbündel und es ist desshalb eine Correctur in dieser Hinsicht nöthig.

Leprea lapidaria.

1754 Auszug aus Hr. Martin Kähler's Doct. der Arztneykunst Schreiben an den Herrn Leibmedicus Bäck von Marseille den 18. May dieses Jahres, eine neue Art Wasserpolypen betreffend, die Steine fressen. Der k. schwed. Akad. d. Wiss. Abh. auf d. Jahr 1754. Aus d. Schwed. übers. v. A. G. Kästner. XVI. Bd. Hamburg &Leipzig, 1456, pag. 143, Tab. III, Fig. *A—F.*

1767 *Terebella lapidaria* L. Syst. nat. edit. XII, T. I, part. II, pag. 1092.

1818 „ *constrictor* Montagu G. Descript. of five british species of the genus *Terebella* of Linné. Trans. of the Linnean Soc. Vol. XII, pag. 343, tab. XIII, Fig. 1.

1828 *Amphitrite neapolitana* Delle Chiaje. Mem. su la storia etc. Vol. III, pag. 169. 179, tav. 43, Fig. 4.

1841 *Amphitrite neapolitana* Delle Chiaje. Descriz. e not. degli anim. invert. della Sicilia cit. T. III, pag. 70; T. V, pag. 94, tav. 105, Fig. 4.

1841 *Terebella misenensis* Costa O. G. Description de quelques Annél. du golfe de Naples. Ann. d. scienc. nat. II. sér., T. XVI, pag. 271, Pl. 11, Fig. 3.

1853 *Terebella textrix* Dalyell. The powers of the creator. London. Vol. II, pag. 206, Pl. 28, Fig. 15—18.

1855 *Terebella corallina* Grube E. Beschreib. neuer od. wenig bek. Annel. Arch. f. Naturg. 21. Jahrg., pag. 119, Taf. IV, Fig. 17.

1855 *Terebella pectinata* Grube E. Ebenda, pag. 120, Taf. IV, Fig. 20.

1860 „ *rosea* Grube E. Beschr. neuer od. wenig bek. Annel. Arch. f. Naturg. 26. Jahrg., pag. 100.

1861 *Terebella rosea* Grube E. Ausflug nach Triest. Berlin, pag. 149.

1864 „ *corallina* Grube E. Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna. Breslau, pag. 88.

1864 *Terebella pectinata* Grube E. Ebenda.

1865 „ *textrix* Dalyell; Johnston G. Catalogue of the british non-parasitic. worms. London, pag. 239.

1865 *Idalia lapidaria* L., Quatrefages. Hist. nat. d. Annél. T. II, pag. 373.

1865 *Heterophyselia Bosci* Quatrefages, Hist. nat. des Annél. T. II, pag. 386.

1865 *Leprea textrix* Johnst.; Malmgren J. Nordiska Hafs-Annulater. Öfvers af k. Vet. Akad. Förh., pag. 389.

1867 *Leprea textrix* Johnst.; Malmgren J. Annulat. polych. Öfvers. af k. Vet. Akad. Förh., pag. 219, Tab. XIII, Fig. 69.

Nr. 3 1881, pag. 116, Fig. 22) *Amphitrite Orotavae* nennt, nach der Form der Borsten für eine *Leprea*. Die Thiere hatten bei 1·5, 2 Mm. Länge und 60—70 Segmenten 31—36 Haarborstenbündel.

1868 *Heteroterebella sanguinea* Claparède Ed. Annél. chétop. du golfe de Naples. II part. Mém. de la soc. de phys. et d'Hist. nat. de Genève. T. XX, pag. 128, Pl. XXX, Fig. 1, Pl. XXIX, Fig. 3.

1868 *Terebella sulcigera* Claparède E. Ebenda, pag. 141, Pl. XVIII, Fig. 5.

1870 *Heterophysetia Bosci* Qfg.; Grube Ed. Bemerk. über Annel. des Pariser Museums. Arch. f. Naturg. 36. Jahrg., pag. 334.

1871 *Terebella rosea* Grube E. Einiges aus einer kritischen Übersicht der bisher beschrieb. Terebellen. 49. Jahresb. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur im Jahre 1871. Breslau, pag. 51.

1872 *Terebella constrictor* Mont.; Grube Ed. Mittheil. über St. Malo u. Roscoff. Abhandl. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur. 1869—70. Breslau, pag. 7 u. 36.

1875 *Heteroterebella sanguinea* Clap.; Marion et Bobretzky. Étude d. Annél. du golfe de Marseille, pag. 90 d. Sep.

Wenn man in der Beschreibung Kähler's davon absieht, dass er die ventral herabsteigenden hinteren Borstenwülste mit den Bauchschildern vermengt und Verhältnisse annimmt, die bei gar keiner Terebelle existiren, so weist das Übrige darauf hin, dass er eine Terebelle vor sich gehabt mit ästigen Kiemen und Haarborstenbündeln bis an das Ende des Leibes. Das kann aber nur diejenige gewesen sein, welche wir bis jetzt unter den anderen zahlreichen oben angeführten Namen kannten. Die beweisende Stelle lautet: „Die Seiten des Körpers sind vom Kopfe bis fast mitten in den Körper mit Falten bezeichnet, welche abfallen und kleiner werden, je weiter es hinunter kommt. Sie gehen quer vor niederwärts, bis unter die Mitte, da sie auf eine andere Reihe solcher Falten stossen, welche beide Seitenfalten unter die Mitte vereinigen. Aus dem Anfange der Seitenfalten, den Rücken hinauf, kommt allezeit ein feiner zarter Zacken heraus, wie ein Haar, den das Thier nach Gefallen verlängern oder verkürzen kann. Die Seitenfalten fallen besagtermassen niederwärts ab; aber die Bauchfalten, welche sich mit ihnen unter dem Körper vereinigen, gehen gerade fort in einer Linie unter dem ganzen Körper, auch nachdem die Seitenfalten verschwunden sind und bekommen da auch dergleichen Zacken auf jeder Seite.“ — Über die Zahl der Kiemen, die Kähler ästige Arme nennt, macht er keine Angaben. An den Abbildungen sieht man einmal ein Paar, ein anderes Mal zwei Paare. Kähler fand diese Terebelle bei Marseille. Dass sie dort häufig vorkommt, darüber berichten Marion und Bobretzky

(l. c.) in jüngster Zeit, welche sie unter dem Namen *Heteroterebella sanguinea* erwähnen. Ich sah sie in der Adria wiederholt unter ähnlichen Verhältnissen, wie die von Kähler geschilderten

Zunächst nach Kähler und Linné hat Montagu diese Art in die Literatur eingeführt.

Ich fand bei St. Malo nicht selten eine Terebelle mit drei Paaren dendritischen Kiemen und Haarborstenbündeln vom vierten bis zum Aftersegmente, in der ich unter den für die französische Westküste angegebenen Terebellen die *Heterophyselia Bosci* Qfg. erkannte, deren Beschreibung Grube nach Untersuchung der Originale im Pariser Pflanzengarten dahin ergänzte, dass sie nicht zwei Kiemenpaare, wie Quatrefages angibt, sondern drei besitzt. Grube macht bei dieser Gelegenheit zugleich die Bemerkung, dass diese Art wohl nichts als die *Terebella constrictor* Montagu's sei, und ich bin ganz derselben Ansicht. Die Beschreibung und die Abbildung Montagu's sind in der That so bezeichnend, dass man nicht versteht, wie Johnston diesem Namen eine Form von grundverschiedenen Charakteren unterschieben konnte. Die echte *Terebella constrictor* Mont. finde ich in seinem Kataloge als *Terebella textrix*, doch werden auch hier nur zwei Kiemenpaare angegeben. Malmgren beschreibt die *Terebella textrix* sehr genau und errichtet für sie eine eigene Gattung, die Gattung *Leprea*. Es fiel mir nicht schwer zu erkennen, dass die *Terebella* von St. Malo eine *Leprea* und dieselbe Art wie die von Malmgren beschriebene sei, ich konnte mich aber auch mit der grössten Gewissheit von der Identität der atlantischen mit einer von mir an verschiedenen Punkten der Adria aufgefundenen und mir auch von Neapel vorliegenden *Leprea* überzeugen. Die Exemplare von Neapel liessen mir endlich keinen Zweifel, dass delle Chiaje und Claparède diese Art vor sich gehabt. Der Erste nannte sie *Amphitrite neapolitana*. Er schildert sie wie alle anderen Terebellen wenig eingehend, was er aber besonders im III. Bande der Descrizione mittheilt, ist, wenn man sich in die Terebellen des Mittelmeeres hineingearbeitet hat, ausreichend, um diese eigenthümliche Art wieder zu erkennen. Claparède hielt sie offenbar für verschieden von der *Leprea textrix* und schuf den neuen Namen *sanguinea*, denselben mit der keineswegs älteren Gattung *Heteroterebella* Quatrefages verbindend.

Grube vereinigte 1871 die *Heteroterebella sanguinea* Clap. mit seiner *Terebella rosea*.

Es lebt also die *Heteroterebella lapidaria* L. im Mittelmeere und im atlantischen Ocean.

Ich ziehe auch die *Terebella corallina* Gr., *pectinata* Gr., *rosea* Gr., hieher, trotzdem Grube bei allen dreien, wenigstens ursprünglich — er corrigirte sich später theilweise selbst — nur zwei Kiemenpaare angibt; denn eine Untersuchung zahlreicher Exemplare klärt auf, warum wiederholt von verschiedener Seite die Zahl der Kiemenpaare zu niedrig angegeben worden sein mag. Es entwickeln sich nämlich die Kiemen der verschiedenen Individuen sehr ungleichmässig. Claparède berichtet, dass er an einem Thiere von 18 Mm. Länge und 74 Segmenten nur ein Kiemenpaar vollständig ausgebildet gesehen habe, während das zweite erst einen Ansatz zeigte. Dagegen fand er andere mit 60—70 Segmenten und allen drei Kiemenpaaren. Mir unterliefen grosse Exemplare, bei welchen die Kiemen des ersten Paares ganz rudimentär waren und leicht übersehen werden konnten, oder die Kiemen eines und desselben Paares waren sehr ungleich. Man kann demnach auch nicht bestimmt, wie Malmgren es that, das erste Kiemenpaar als das grösste bezeichnen. Dass ich auch den Versuch machte, die *Terebella misenensis* Costa unterzubringen, und zwar an dieser Stelle, beruht wieder, wie öfters im Verlaufe dieser Arbeit, auf einer Folgerung, zu der ich mich durch mein grosses Material berechtigt halte. Costa's verworrene Angaben lassen eine sichere Deutung nicht zu. Annähernd stimmt der Bau der Kiemen, er sah nur zwei Paare, vollkommen, was er über die Färbung des Thieres bemerkt. Die Zahl der Segmente und dorsalen Haarborstenbündel ist jedoch viel zu niedrig angegeben für *Leprea lapidaria*, aber auch wieder viel zu hoch für irgend eine andere bisher bekannte europäische Art. Man muss vermuthen, dass entweder nur zwei Kiemenpaare entwickelt waren oder dass Costa ein Paar Kiemen ebenso übersehen habe wie die feinen Haarborstenbündel an den letzten Segmenten. Endlich muss ich noch zu motiviren suchen, warum ich die *Terebella sulcigera* hierherziehe. Nach Claparède besitzt sie weit mehr Haarborstenbündel als die *T. laevirostris*, also weit mehr als 18, Bauchschilder waren 10 vorhanden. Die Hakenborsten

treten vom siebenten Borstenwulste an in allen Borstenwülsten in doppelter Stellung auf, und zwar waren sie nach der kurzen lateinischen Diagnose halbgegenständig, nach der erläuternden französischen Beschreibung und der Abbildung ganz gegenständig, zweireihig. Wie der Name ausdrücken soll, waren die beiden Reihen durch eine Furche getrennt. Die Hakenborsten sollen sehr verschieden sein von jenen der *T. laevirostris*, welche ich für *Amphitrite gracilis* Gr. halte. In der That zeigt auch die Abbildung keine Ähnlichkeit mit den typischen Hakenborsten der *Amphitrite*-Arten. Unter sämmtlichen bekannten Terebellen gibt es nur zwei Gattungen, an welche man wegen der doppelten Stellung der Hakenborsten auch in den hinteren Segmenten und der grösseren Zahl der Haarborstenbündel denken könnte: *Amphitrite* und *Leprea*. Da die *Amphitrite*-Arten überhaupt, in Folge anderer Form der Hakenborsten, ausgeschlossen sind, so bleibt nur *Leprea* übrig. Ich glaube aber kaum, dass diese *Leprea*, deren Haarborsten Claparède offenbar nicht angesehen, etwas Anderes sei, als eine kleine, gelblich gefärbte *Leprea lapidaria* L.

Die *Leprea lapidaria* aus dem atlantischen Ocean scheint weniger Segmente zu besitzen, als die des Mittelmeeres. Malmgren gibt die höchste Zahl mit 100 an, ich fand an einem Exemplare von St. Malo bei 40 Mm. Länge 93, während adriatische Exemplare von 25 Mm. Länge schon 100, von 45 Mm. Länge 124 Segmente hatten.

Die von Claparède nur für jugendliche Thiere angegebenen Augenpunkte sehe ich, wie Malmgren, auch an erwachsenen, doch reichlicher nur lateral. Ihre grössere oder geringere Deutlichkeit scheint individuellen Schwankungen zu unterliegen und ist auch jedenfalls von der Art der Conservirung abhängig.

Die zwei Arten von Haarborsten unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, dass der Schaft der erst weiter hinten auftretenden Form gar nicht gesäumt ist und einen viel stärkeren Anhang trägt. Claparède nimmt ausschliesslich das 14. Segment (unser 16.) als dasjenige an, wo die zweite Form der Borsten *(setae calycigerae)*, die von ihm übrigens nicht richtig aufgefasst wird, zuerst erscheint. Ich fand sie unter drei Fällen am 15., 17., 19., die Stelle variirt daher. Die „Dornen“ des Anhanges, welche

Claparède bespricht, sind nur die optischen Schnitte durch denselben. Sie erscheinen, wenn der verbreiterte und gesägte Endanhang eingerollt ist. An einem durch die gelbliche Färbung und eine abnorme Bildung der Hakenborsten — sie waren in den vorderen Borstenwülsten wie eingeschnürt und mit viel mehr feinsten, in der Seitenlage deutlich zu Tage tretenden Zähnchen versehen als gewöhnlich — ausgezeichneten Exemplare von Cittavecchia auf Lesina blieb der Anhang vollkommen flach ausgebreitet und da war auch nichts von diesen „Dornen" zu sehen. Dasselbe gilt auch für *Leprea Ehrenbergi* Gr. Die Hakenborsten beschreibe ich genauer unter der Diagnose der Art. Sie sind nach den Regionen des Leibes etwas verschieden. Auffallend ist die grössere Zahl der kleinsten Zähnchen an den Hakenborsten der vordersten Borstenwülste.

Nach Claparède sollen die Hakenborsten in den zwei oder drei letzten Segmenten, bei kleineren Exemplaren in den 16 letzten Segmenten, wieder in einfacher Stellung auftreten. Malmgren und ich fanden als Regel, dass die Reihen von Hakenborsten doppelter Stellung viel früher aufhören und den letzten 25—40 Borstenwülsten fehlen.

Diagnose.

Körper bei einer Länge von 25, 45 Mm. mit 100 und 124 Segmenten, vorn 3, 5 Mm. breit, allmälig nach hinten verjüngt. Haarborstenbündel vom vierten bis zum Aftersegment. Augenpunkte nicht immer deutlich. Drei Paare kammförmig dendritische Kiemen in wechselnder Ausbildung. Stamm der Kieme theils direct Fäden, theils Äste tragend, die mit Fäden verschiedener Länge besetzt sind. 12, 13 Bauchschilder. Am dritten Segmente unter der zweiten Kieme eine starke Papille, kleine Papillen an dem nächsten Segmente unter dem Borstenhöcker und an den folgenden sechs zwischen Borstenhöcker und dem oberen Rand des Borstenwulstes; somit acht Papillen im Ganzen. Haarborsten zweierlei Art. An einer nicht constanten Zahl vorderer Segmente (11., 12., 13., 15.) lanzenförmige, doppelgesäumte am Ende in einen geknieten, anfangs verbreiterten dann fein ausgezogenen, an seiner oberen Kante zerschlitzten Anhang ausgehend, der Neigung zeigt, sich einzurollen, sodann ungesäumte,

daher im Verlaufe fast gleichbreite, mit viel grösserem ähnlichen Anhange, der sich gleich nach seinem Ursprunge spiralig einzurollen pflegt. Keine Flösschen, keine chitinösen Stützborsten. Hakenborsten vom eilften Segmente an in doppelter Stellung, ganz gegenständig, zweireihig, die letzten 25—40 Segmente ausgenommen, wo sie wieder in einfacher Stellung auftreten. In Obensicht vor dem grossen Zahne drei Zähnchen, von welchen das mittlere das längste ist und einige wenige sehr kleine vor diesen. An den Hakenborsten der vordersten Borstenwülste sind diese zahlreicher, daher auch in Seitenlage vor dem grossen Zahne deutlich drei an Grösse abnehmende Zähnchen, während die Hakenborsten der weiter nach hinten gelegenen Borstenwülste vor dem grossen Zahne nur ein kleineres und ein dicht anliegendes kleinstes Zähnchen zeigen. Schutzpolster schwach ausgebildet.

Farbe im Leben: Der Rücken dunkler als der Bauch, röthlich, manchmal ins Graue oder Grauviolette. Die Bauchschilder mehr blutroth, ebenso die Hypodermisbildungen, welche die Basis der Borstenhöcker umgeben. Fühlfäden gelbröthlich. Oder der Körper orange- oder gummigutfarben, Fühlfäden gelb.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Triest im Hafen, Bai von Muggia bei Triest, Rovigno, Lesina (ich); Cherso, Lussin (Grube); Marseille (Kähler, Marion und Bobretzky); Villa franca (Grube); Neapel (delle Chiaje, Costa, Claparède Zoolog. Station); Sicilien (k. k. zoolog. Hofcabinet).

Verbreitung: Grossbritannien, französische Westküste, St. Malo (Grube, ich); St. Vaast-la-Hougue (Quatrefages, Grube).

Pista.

1865 Malmgren. Nordiska Hafs-Annulater. Öfvers. af k. Vet. Akad. Förh., pag. 382.

Ich erblicke den Hauptcharacter dieser Gattung in den vielzähnigen, in einem Theile der vorderen Borstenwülste mit einem langen Muskelfortsatze versehenen Hakenborsten und den kurz und breit geflügelten Haarborsten. Es zeigt sich auch hier wieder, dass die Zahl und die Form der Kiemen zu einer Zersplitterung der nach der Form der Hakenborsten zusammengehörigen Arten führen würde. Malmgren's einzige Art, die *Amphitrite cristata*

O. F. Müller, hat zwei Paar Kiemen, von welchen häufig nicht einmal alle entwickelt sind. Verwandt mit ihr sind *Terebella fasciata* Ehrb., Gr. aus dem rothen Meere, die ich in Exemplaren von Japan untersuchen konnte und nach dem Bau der Kiemen Grube's *Pista thuja* unbekannten Ursprungs und *P. typha* von den Philippinen, zwei Arten, über deren Selbstständigkeit erst spätere Untersuchungen entscheiden werden. Die gleichen Hakenborsten, aber drei Paar etwas anders gebaute Kiemen besitzen ferner die *Terebella cretacea* Gr. aus der Adria und eine neue Terebelle von Japan (*Pista maculata* mihi). Diese mit typischen Hakenborsten ausgerüsteten vier Terebellen müssen ebenso zusammengehalten werden wie die *Amphitrite*-Arten und ihre Differenzirung schlägt zwei Richtungen ein, die durch *P. cristata* und *fasciata* einerseits und *P. cretacea* und *maculata* anderseits gekennzeichnet werden. Wie wenig Flankenlappenbildungen als Gattungscharakter zu bedeuten haben, erhellt aus dem Verhalten der vier Arten. *P. fasciata*, die der *P. cristata* sehr nahe steht, hat einen grossen Flankenlappen am ersten Segmente, welcher dieser fehlt, und die beiden anderen Arten haben Lappenbildungen am ersten und dritten Segmente, die sich etwas jenen der *Lanice conchilega* nähern.

Zusätze zu Malmgren's Diagnose: Auch drei Paar Kiemen. Hakenborsten auch bis zum 20. Segmente mit einem allmälig an Grösse abnehmenden, anfangs sehr langen hinteren Muskelfortsatz, in Obensicht mit 4—6 Zähnchen zunächst dem grossen Zahne und mehreren davor liegenden Reihen kleinster Zähnchen. Die Zahl der Reihen kleinster Zähnchen nimmt in den weit nach hinten gelegenen Borstenwülsten oder Flösschen auffallend zu. Hakenborsten bei doppelter Stellung abwechselnd, einreihig.

Pista cristata.

1776 *Amphitrite cristata* Otto Friedr. Müller. Zoolog. danic. prodromus Nr. 2620.

1788 *Amphitrite cristata* Müller O. F. Zoolog. danic. Vol. II, pag. 40, Tab. LXX.

1860 *Terebella turrita* Grube E. Beschreib. neuer od. wenig bek. Annel. Arch. f. Naturg. 26. Jahrg., pag. 96, Taf. IV, Fig. 6.

1861 *Terebella cristata* O. F. Müll.; Sars M. Beretning om en i. Someren 1859 foretagen zoologisk Reise ved Kysten af Romsdals Amt. Nyt Magaz. for Naturvidensk. XI. Bd. Christiania, pag. 258.
1861 *Terebella turrita* Grube E. Ausflug nach Triest. Berlin, pag. 148, Taf. IV. Fig. 6.
1864 *Terebella turrita* Grube E. Insel Lussin. Breslau, pag. 88.
1865 *Pista cristata* Müller O. F.; Malmgren. Nordiska Hafs-Annulater. Öfvers. af k. Vet. Akad. Förh., pag. 382, Tab. XXII, Fig. 59.
1865 *Idalia cristata* Müll. O. F.; Quatrefages. Hist. nat. d. Annél. T. II, pag. 373.
1865 *Idalia vermiculus* Quatrefages. Ebenda, pag. 372.
1870 „ „ „ Grube E. Bemerk. über Annel. des Pariser Museums. Arch. f. Naturg. 36. Jahrg., pag. 334.
1875 *Pista cristata* Müller O. F.; Marion A. F. Les Annél. de Marseille. Revue d. scienc. nat. Décembre 1875, pag. 9.

Von M. Sars und Malmgren wurde bereits auf die Ähnlichkeit der *T. turrita* Gr. mit der *P. cristata* O. F. Müll. hingewiesen. Marion führt zuerst die *Pista cristata* für das Mittelmeer an und meint, dass die Grube'sche Art zu ihr gehöre. Ich kann der Ansicht meines Vorgängers nur beipflichten.

Diagnose.

Körper bei einer Länge von 55 und 95 Mm. mit 126, 153 Segmenten, 3—4 Mm. breit. 17 Haarborstenbündel. Erstes Segment ähnlich wie bei *N. venustula*; zweites Segment mit einem sehr kurzen Flankenlappen, der auch ventral auf der ganzen Breite des Segmentes sichtbar ist; das dritte Segment mit einem viel längeren aber niederen Flankenlappen; auch der Vorderrand des vierten Segmentes lateral etwas vorspringend. Zwei Paar Kiemen, doch meist eine oder zwei Kiemen unentwickelt; die einzelnen Kiemen ungleich. Ungetheilter Stamm der Kieme sehr lang mit zahlreichen dicht aufeinander folgenden, spiralig angeordneten Ästen, die dichotomisch (bis 5mal) getheilt sind. Zweige bis zur nächsten Theilung nicht kurz. Endgabeln lang. Habitus pinselförmig. 17 im Durchschnitt ziemlich gleichbreite, nahezu quadratische Bauchschilder. Am Rücken hinter den Borstenhöckern des sechsten und siebenten Segmentes eine Papille. Hakenborsten vom 11.—20. Segmente in doppelter Stellung, abwechselnd, einreihig. Der lange Muskelfortsatz an den Hakenborsten der sechs oder sieben ersten Borstenwülste. Hakenborsten in Obensicht

mit 4—6 Zähnchen in einer Reihe zunächst dem grossen Zahne und mehrere Reihen zahlreicher kleiner und kleinster Zähnchen davor. In Seitensicht vor dem grossen Zahne ein Zähnchen und vor diesem die verschwommenen Umrisse kleinster Zähnchen. An den Hakenborsten der Flösschen nehmen die kleinsten Zähnchen zu, es ist desshalb auch der in Seitensicht vor dem zweiten Zähnchen gelegene Theil der Hakenborsten höher und gesägter. Schutzpolster gut ausgebildet. Chitinöse Stützborsten.

Farbe im Leben: Rücken des Körpers vorn grauröthlich, braunröthlich, Hinterleib gelblichgrau, bräunlichgrau. Bauchschilder dunkelblutroth eingefasst. Borstenwülste zimmtbraun gesäumt. Kiemen hellbräunlich.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Zaule bei Triest (ich); Cherso, Lussin (Grube); Marseille (Marion).

Verbreitung: Von Finmarken bis in den kleinen Belt, Grossbritannien, Shetland-Inseln, Island, St. Sebastian (Quatrefages), Nordostamerika, Congo (Grube, Annelidenausbeute S. M. S. Gazelle. Monatsb. d. k. Akad. d. Wiss. Berlin 1877, pag. 511).

Pista cretacea.

Taf. II, Fig. 1.

1860 *Terebella cretacea* Grube Ed. Beschreib. neuer od. wenig bek. Annel. V. Beitrag. Arch. f. Naturg. 26. Jahrg., pag. 95, Taf. IV, Fig. 5.

1861 *Terebella cretacea* Grube Ed. Ausflug nach Triest. Berlin, pag. 85.

Diese durch ihre Hakenborsten auffallende Art scheint sehr selten zu sein. Grube und ich fanden nur je ein unvollständiges Exemplar. Sehr charakteristisch ist die Zerklüftung der Haut des Rückens in der hintern Leibesgegend und ist bei keiner andern Mittelmeerart gefunden worden, zufällig war jedoch die kreideweisse Färbung dieser Partie an dem Grube'schen Exemplare. Sie rührt sicher nur von an der Oberfläche ausgeschiedenem, in Alkohol coagulirtem Schleim her. An meinem Exemplare fehlte sie. Grube gibt in seiner Diagnose der Art 16 Haarborstenbündel an; an anderer Stelle (Ausflug nach Triest, pag. 85) jedoch 17. Ich fand 17.

Diagnose.

Körper der bisher beobachteten unvollständigen Exemplare bei 26 Mm. Länge mit 37 Segmenten (Grube), bei 45 Mm. Länge mit circa 100 (ich), in seinem hinteren Antheile dorsal fein felder-

artig zerklüftet. 17 Haarborstenbündel. Erstes Segment seitlich und ventral einen wenig vorspringenden Lappen tragend, zweites Segment sehr kurz, drittes mit einem hohen und längeren, bis an den Rand des Kopflappens heranragenden Flankenlappen. 17 Bauchschilder, vom 2. bis zum 19. Segmente, vorn nicht gut umschrieben, bis zum 15. am breitesten. Vom 19. bis letzterhaltenen Segmente ventral erhabene, kleine, schmale, quadratische Platten, die durch tiefe Querfurchen getrennt und auch seitlich gut abgegrenzt sind. Ihre Textur ist die der eigentlichen Bauchplatten. Drei ziemlich gleich grosse dendritische Kiemen. (Fig. 1.) Ungetheilter Stamm dick, hoch. Verzweigung dichotomisch mit kurzen, nahezu gleich langen Gabelzweigen, deren Enden dieselbe Ebene zu erreichen suchen. Habitus daher quastenförmig. Endgabeln ziemlich lang. Papillen? Haarborsten (Fig. 1 *A*) breitgesäumt. Borstenwülste nicht wulstig vorspringend, nieder, im 21. Segmente nicht plötzlich von Flösschen abgelöst, allmälig nach hinten an Höhe abnehmend, Flösschen überhaupt nicht gut ausgebildet. Hakenborsten vom 11. bis 20. Segmente in doppelter Stellung, halbgegenständig, nahezu alternirend. Die Hakenborsten (Fig. 1 *B*, 1 *C*) in den Borstenwülsten der Haarborsten tragen Segmente (5.—20.) mit einem Muskelfortsatze, der anfangs sehr lang, allmälig an Grösse abnimmt. An den Hakenborsten des 21. Segmentes ist er verschwunden. In Obensicht an diesen Hakenborsten vor dem grossen Zahne drei Zähnchen, von welchen das mittlere weiter vorn entspringt und vor diesen mehrere Reihen zahlreicher kleinster. In Seitenlage vor dem grossen Zahne ein kleiner und ganz vorn anliegend ein kleinster. An den Hakenborsten von dem 20. Segmente ab findet eine allmälige Umwandlung statt. Anfangs sind noch die grösseren Zähnchen vor dem grossen Zahne vorhanden, nach und nach aber werden sie kleiner, indem zugleich die vor denselben liegenden kleinsten Zähnchen zahlreicher werden. In den hintersten Segmenten sind nur Hakenborsten (Fig. 1 *D*) mit äusserst zahlreichen feinsten Zähnchen vor dem grossen Zahne. Dem entsprechend wechselt auch das Bild in der Seitenlage. Vom 21. Segmente an sind die Hakenborsten mit feinen Stützborsten versehen.

Farbe im Leben: Nach Grube: Körper bräunlichgrau, am Rücken mehr minder blutroth überlaufen, die Flanken graulich,

dorsalwärts verdickt, die Borstenwülste weissgrau mit einem dunkelkirschrothen Saume, hintere Partie des Leibes graubraun, am Rücken weiss, gleichsam kreidig. Die Flankenlappen (des ersten und dritten Segmentes) schmutzig blutroth. Fühlfäden blass ockergelb, die Kiemen, wenn blutleer, dessgleichen. Nach meinen eigenen dürftigen Aufzeichnungen: Bauchfläche der vorderen Körperhälfte roth, der Rücken zwar roth, aber doch mehr ins Violettgraue, die Fühlfäden gelblichröthlich.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Cherso (Grube), Lesina (ich).

Verbreitung: Nur Mittelmeer.

Lanice.

1865 Malmgren. Nordiska Hafs-Annulat. Öfvers. af k. Vet. Akad. Förh., pag. 379 und ebenda 1867, pag. 217, Tab. XIV, Fig. 73.

Die einzige Art, für welche Malmgren diese Gattung errichtete, ist *L. conchilega* Pallas. Ich fand an ihr die so auffallende verkehrte Stellung der Hakenborsten zu einander (rückenständig) und behalte desshalb die Gattung bei. Die Bildung des ersten und dritten Segmentes wäre für mich nicht massgebend gewesen. Ähnliches sieht man bei *Pista* (*P. cretacea* Gr. und *P. maculata* Marenz.) und *Nicolea* (*N. lobata* Mgrn., *N. flexuosa* Gr.), welch' letzterer Gattung unsere Art sich auch in der Form der Hakenborsten am meisten nähert, nur fehlen diesen die Schutzpolster. Die Abtrennung dieser einzigen Art findet auch eine Stütze in dem Bau der Kiemen, welcher von dem scheinbar verwandter Arten sehr abweicht. Übrigens steht *Lanice conchilega* nicht gänzlich isolirt da. Es gibt exotische Terebellen, welche dieselben markanten Eigenschaften (rückenständige Hakenborsten, Kiemen, Flankenlappen), aber daneben bei keiner anderen Terebelle anzutreffende Hakenborsten besitzen. Dies sind die *Loimia*-Arten. *Lanice* und *Loimia* repräsentiren offenkundig einen und denselben Bildungstypus, aber die Differenzirung liegt hier in den Hakenborsten und desshalb müssen die Gattungen nach dem einmal angenommenen und, wie ich glaube, erprobten Grundsatze getrennt bleiben.

Zusätze zu Malmgren's Diagnose:

Hakenborsten vom 11.—20. Segmente in doppelter Stellung, ganz rückenständig, zweireihig. Deren nähere Beschreibung siehe unten.

Lanice conchilega.

1766 *Nereis conchilega* Pallas P. S. Miscellanea zoolog. Hagae comit., pag. 131, Pl. IX, Fig. 14—22.

1818 *Terebella gigantea* Montagu G. Descript. of five british species of the Genus *Terebella* of Linné. Trans. of the Linn. Soc. Vol. XII, pag. 341, Tab. XI.

1820 *Terebella conchilega* Pall.; Savigny J. C. Syst. d. Annél., pag. 85.

1828 *Amphitrite flexuosa* Delle Chiaje. Mem. su la stor. e notom. etc. Vol. III, pag. 169, 180, tab. XLIII, Fig. 5.

1841 *Amphitrite flexuosa* Delle Chiaje. Descriz. e not. etc. Vol. III, pag. 70, Vol. V, pag. 94, tav. CV, Fig. 5.

1849 *Terebella conchilega* Gm.; Milne Edwards. Règne animal. Pl. 5, Fig. 1 (die anderen Figuren sind unsicher).

1863 *Terebella artifex* Sars M. Geolog. og zoolog. Jagttag. Nyt Magaz. f. Naturvidensk. XII. Bd., pag. 310.

1865 *Terebella conchilega* Pall.; Johnston. A catalogue of the british non-parasit. worms. London, pag. 235.

1865 *Terebella conchilega* Pall.; Quatrefages. Hist. nat. d. Annél. T. II, Paris, Fig. 355, Pl. 19, Fig. 2.

1865 *Terebella prudens* Cuv.; Quatrefages. Ebenda, pag. 357.

1865 „ *pectoralis* Quatrefages. Ebenda, pag. 358.

1865 *Lanice conchilega* Pall.; Malmgren. Nordiska Hafs-Annulat. Öfvers. af k. Vet. Akad. Förh., pag. 379.

1867 *Lanice conchilega* Pall.; Malmgren. Annul. polych. Ebenda, pag. 217, Tab. XIV, Fig. 73.

1868 *Terebella flexuosa* Delle Chiaje; Claparède. Annél. chétop. du golfe de Naples. Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. T. XX, pag. 134, Pl. XXI, Fig. 1.

1870 *Terebella conchilega* Pall.; Grube E. Bemerk. über Annel. d. Pariser Museums. Arch. f. Naturg. 36. Jahrg., pag. 326, 327—331.

1873 *Terebella flexuosa* Delle Chiaje; Claparède E. Rech. sur l. struct. d. Annél. sédent. Mém. d. la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. T. XXII, pag. 172, Pl. IX, Fig. 1—15, Pl. X, Fig. 1—5.

1880 *Lanice conchilega* Pall.; Langerhans P. Die Wurmfauna von Madeira. III. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. XXXIV, pag. 106, Taf. V., Fig. 20.

Die *Terebella conchilega* Pallas wurde von mir bei Zaule bei Triest gefunden und liegt mir auch in mehreren Exemplaren von Neapel vor, wo sie schon früher Claparède, der sie als

T. flexuosa Delle Chiaje beschrieb, gesehen und auch wirklich Delle Chiaje. Claparède's Beschreibung enthält aber mehrere Punkte, die nicht auf *T. conchilega* passen, so die Zahl der Haarborstenbündel (16 statt 17), die Lagerung der Hakenborsten (alternirende oder leicht ineinandergreifende Reihen), die 1873 abgebildete Form der Hakenborsten mit viel zu langem Muskelfortsatze. Dagegen werden allenfalsige Zweifel wieder durch die von einer Abbildung, an welcher der charakteristische Flankenlappen des ersten Segmentes deutlich zu sehen ist, begleitete Schilderung der Färbung, durch die Angaben über die Zähnelung der Hakenbosten, sowie durch das unbestreitbare Vorkommen der Art bei Neapel behoben. Auch Delle Chiaje hat diese Art vor sich gehabt und liess sich bei der Wahl des Namens von der korkzieherartigen Beschaffenheit der Kiemenstämme und Zweige leiten.

Ich führe unter den Synonymen zum ersten Male auch die *T. gigantea* Mont. an, auf die Beschreibung und Abbildung des Autors selbst hin. Man erkennt die Lappen an den vordersten Segmenten, die weit nach hinten reichenden Bauchschilder mit allerdings befremdenden seitlichen Conturen, aber richtiger partiell dunkler Färbung, die stark vorspringenden Borstenwülste mit dem plötzlichen Übergang derselben in Flösschen, die langen Segmente überhaupt. Und auch hier waren es wieder die Angaben über die Färbung, welche auf keine andere beschriebene oder mir bekannte Terebelle als *T. conchilega* anzuwenden sind. Dass die *T. gigantea* bei Quatrefages eine andere Art als die Montagu's ist, wurde von Grube nachgewiesen. Er hält sie für *Amphitrite intermedia* Mgrn. Grube zieht auch mit Recht die von Quatrefages angenommenen Arten: *T. prudens* und *pectoralis* zu *Lanice conchilega*. In seinen Auseinandersetzungen findet sich aber ein Passus, dem ich widersprechen muss. Er verlegt den Ursprung des grossen ersten Lappens auf das zweite Segment. Am Rücken ist dasselbe nach vorn deutlich abgegrenzt und man findet, wenn man den Flankenlappen des dritten Segmentes entfernt und die ersten Bauchschilder zurückdrängt, dass das Segment zwar an den Seiten und am Bauche um Vieles kürzer ist, als dorsal, dass aber seine vorderen Grenzen von der Basis des ersten Lappens durch eine Furche getrennt sind, dieser somit, wie

Malmgren angenommen, von dem vorhergehenden, das ist dem ersten Segmente, entspringt.

Diagnose.

Körper bei einer Länge von 75, 135, 145 Mm. mit 150, 200, 180 Segmenten. 17 Haarborstenbündel. Am ersten Segmente ein den Kopflappen ventral kragenartig umfassender Lappen, der an den Seiten des Körpers weit nach vorn reicht. Das zweite Segment ohne Anhang, lateral und ventral sehr kurz. Am dritten Segmente ein Flankenlappen, der um ein Drittel kürzer ist, als der des ersten Segmentes. Drei baumförmige, reichästige Kiemenpaare. Äste bald ober der Basis entspringend, selten Äste zweiter Ordnung abgebend, mit ziemlich gleich langen Fäden besetzt. Fortsetzung des Stammes und Seitenäste hin und hergebogen, korkzieherartig. Bauchschilder vom dritten Segment bis ins 16., 17., 19. eine leicht erhabene Längsbinde darstellend, die abgerundet und etwas verbreitert beginnt, meist am 13. Segmente wieder etwas an Breite zunimmt und sodann sehr fein zugespitzt endet. Die Strecke vom 13. Segmente an nach hinten ist an frischen Weingeistexemplaren meist bräunlich, dunkler als die vordere, gefärbt. Diese Längsbinde ist der Quere nach nicht den Segmentgrenzen entsprechend getheilt oder doch nur höchstens vorn, sondern vielfach mit Querrunzeln versehen; die 14—17 Bauchschilder daher nicht gut abzugrenzen. Etwas hinter den Borstenhöckern des 6., 7., 8., 9. Segmentes eine kleine Papille. Borstenwülste vorspringend. Übergang in Flösschen plötzlich. Die Hakenborsten vom 11. bis 20. Segment zweireihig, rückenständig. Die Hakenborsten der vorderen Wülste zeigen in Obensicht vor dem grossen Zahne zunächst drei Zähnchen, von welchen das mittlere weiter vorn entspringt als die seitlichen und vor diesen drei je einen kleinsten, in Seitensicht vor dem grossen undeutlich zwei Zähnchen. An den Hakenborsten der hinteren Borstenwülste nimmt die Zahl der vordersten kleinsten Zähnchen zu und sie erscheinen auch in Seitenlage. Der Träger des Schutzpolsters kaum angedeutet. An dem durch Innen- und Hinterrand gebildeten Winkel ein stellenweise recht deutlicher Muskelfortsatz. Die Hakenborsten der Flösschen mit Stützborsten.

Farbe im Leben: Körper gelbröthlich, Lappen des ersten Segmentes roth oder rothgesäumt. Die vorderen Bauchschilder röthlich überlaufen oder roth eingefasst, die hinteren, vom 13. Segmente an, durchaus dunkelroth oder immer nur in der vorderen Hälfte. Die Borstenwülste mit rothem Saume.

Fundorte im Mittelmeere und in der Adria: Zaule bei Triest (ich), Neapel (Delle Chiaje, Claparède, Zoolog. Station).

Verbreitung: Nordsee Kattegat, Grossbritannien, Belgien, Französische Westküste, Madeira.

Nicolea.

1865 Malmgren, Nordiska Hafs-Annulater. Öfvers. af k. Vet.-Akad. Förh. pag. 380.

Die Hakenborsten der von mir unter diesem Namen vereinigten Arten, zu welchen nach meinen vorangegangenen Auseinandersetzungen auch *Scione lobata* Mgrn. und *Axionice flexuosa* Gr. gehören, nähern sich am meisten denen von *Polymnia*, soweit dies die Zahnzahl betrifft, doch ist ihre Form eine abweichende. Der Habitus ist ein mehr gedrungener und besonders die Kürze und Höhe des ersten Zahnes sind auffallend. *Scione* hat 16 Haarborstenbündel, *Axionice* 15. Beide besitzen nur ein Paar Kiemen. Für *Nicolea* führt Malmgren als Charakter nur 15 Haarborstenbündel und 2 Kiemenpaare an. Tauber fand jedoch an *N. zostericola* aut. = *venustula* Mont. auch 16 und 17 Haarborstenbündel und 3 Paar Kiemen. Auch R. Leuckart sah an seiner *Terebella parvula* mit 15 Haarborstenbündeln den Ansatz eines dritten Kiemenpaares. Die *T. gracilibranchis* Gr. und *T. dasycomus* Gr. gehören nach meinen Untersuchungen gleichfalls zu vorstehender Gattung. Beide haben 2 Kiemenpaare, die erste Art hat 17 Haarborstenbündel, die zweite ebenso viele, den Borstenwülsten entsprechend, aber ausserdem überzählige Haarborstenbündel an Segmenten, wo bereits Flösschen und die Hakenborsten in einfacher Stellung auftreten. Die Zahl derselben war wechselnd. In einem Exemplare jederseits 8, in einem anderen links 4, rechts 8, in einem dritten links 2, rechts 5. Die Folge war in den zwei letzten Fällen durch ein borstenloses Flösschen unterbrochen. Endlich hatten das weiter unten als *Nicolea*

venustula Mont. beschriebene Exemplar aus der Adria und alle Individuen derselben Art von St. Malo 2 Kiemenpaare und 17 Haarborstenbündel. Die ursprüngliche Diagnose Malmgren's muss also durch Einbeziehung der Gattung *Scione* und *Axionice* sowie anderer Arten und durch die erweiterte Kenntniss einer von allem Anfange zu *Nicolea* gestellten Art geändert werden. Es lässt sich aber nicht läugnen, dass die Charaktere (geringe Zahl der Kiemen und Haarborstenbündel), welche Malmgren bei der Aufstellung der drei nunmehr vereinigten Gattungen leiteten, der Gattung *Nicolea* trotz einzelner abweichender Arten, ein eigenes Gepräge verleihen.

Nicolea venustula.

Taf. II, Fig. 2.

1819 *Terebella venustula* Montagu G. Descript. of five british species of the genus *Terebella* of Linnè. Trans. of the Linn. Soc. Vol. XII, pag. 344, Tab. XIII, Fig. 2.

1849 *Terebella parvula* Leuckart R. Zur Kenntniss der Fauna von Island. Arch. f. Naturg. 15. Jahrg., pag. 175, Fig. 6.

1860 *Terebella zostericola* Oersd.?; Grube E. Beschreib. neuer oder wenig bekannter Annel. Arch. f. Naturg. 26. Jahrg. pag. 98.

1865 *Nicolea zostericola* Örst. sec. Grube; Malmgren. Nordiska Hafs-Annulat. Öfvers. af k. Vet.-Akad. Förh. pag. 381, Tab. XXVI, Fig. 76.

1865 *Physelia zostericola* (?) Oerst.; Quatrefages. Hist. nat. d. Annél. T. II, pag. 372.

1867 *Nicolea zostericola* Örst. et Gr.: Malmgren. Annul. polych. Öfvers. af k. Vet.-Akad. Förh. pag. 217.

1868 *Terebella vestita* Claparède. Annél. chétop. du golfe de Naples. Mém. d. l. soc. d. phys. et d'hist. nat. de Genève. T. XX, I part Fig. 137, Pl. XI, f. 4.

1879 *Nicolea zostericola* Örst.; Tauber P. *Annulata danica* Kjøbenhavn, pag. 132.

Oersted erwähnt in den „regionibus marinis" (Havniae 1844, pag. 68) unter den in der Trochoiden-Region lebenden Annulaten eine *Terrebella zostericola* nob., ohne sie zu beschreiben. Im Jahre 1860 gab Grube die Diagnose einer *Terebella* von Dänemark, für welche er diesen Namen, allerdings zweifelnd — er schreibt *T. zostericola* Örsd? — verwendet, ohne näher auseinanderzusetzen, warum er dieses ungewöhnliche Verfahren einschlägt. Malmgren setzt daher auch ausdrücklich zu seiner *Nicolea zostericola* Örst., sec. Grube hinzu (1865) und schreibt

später (1867) *Nicolea zostericola* Örst. et Grube. Man hat es also eigentlich nur mit einer *Terebella zostericola* Grube aus dem Jahre 1860 zu thun. 1849 beschrieb jedoch bereits R. Leuckart eine *Terebelle parvula* von Island mit allen Charakteren der *N. zostericola*, wie wir sie heute kennen, doch war an einem Exemplare das Rudiment eines dritten Kiemenpaares zu bemerken. Borstenbündel waren 15 vorhanden. Die abweichende Zahl der Kiemen wird wohl Malmgren bestimmt haben, die Art für sich aufrecht zu halten. Nach den Beobachtungen Tauber's jedoch, wonach *N. zostericola* auch 3 Paar Kiemen und selbst 16—17 Haarborstenbündel zur Entwicklung bringen kann, verliert dieses Moment an Bedeutung. *T. parvula* Leuck. R. hat also die Priorität vor *T. zostericola* Grube. — Tauber's Angaben beseitigten auch mein Bedenken, eine *Terebella*, die mir in einem Exemplare von Triest vorliegt und welche ich auch in 10 Exemplaren bei St. Malo mit dem Schleppnetze fischte, für identisch der *N. zostericola* aut. zu erklären. Sie zeigt mit dieser Art eine grosse Übereinstimmung, hat jedoch 17 Haarborstenbündel. Die in zwei Paaren auftretenden Kiemen sind höher und verzweigter als bei den mir zur Verfügung stehenden Individuen von Dänemark und bei jenen, die Malmgren zu seiner Beschreibung dienten. Auch ist das zweite Kiemenpaar nicht um Beträchtliches kleiner als das erste. Endlich fehlen die weisslichen auf den Rücken sich erstreckenden Hypodermis-Bildungen der typischen Individuen. Sehr charakteristisch war die Färbung meiner Exemplare. Sie erinnert sofort an *Polymnia nebulosa* Mont. und ich hielt die ersten gefangenen Thiere bei oberflächlicher Ansicht für Junge dieser Art. Leider konnte ich nirgends Angaben über die Färbung der *Nicolea zostericola* aut. im Leben finden. Aber Montagu beschreibt eine Terebelle, die *T. venustula*, von ganz gleicher Färbung. Nach Montagu's Angaben soll sie 17, 18 Borstenbündel und 3 Paare Kiemen besessen haben. Die Abbildung zeigt eine Terebelle von bescheidenen Dimensionen mit langen feinen Fühlfäden und gestreckten Kiemen. Über den Rücken einiger vorderer Segmente gehen dunkle Linien. Es ist ungewiss, ob sie Segmentgrenzen oder Pigmentanhäufungen bedeuten. Da Montagu die einzige Terebelle, welche mit seiner *T. venustula* hinsichtlich der Färbung in Vergleich zu ziehen

wäre, nämlich *T. nebulosa*, wohl kannte und in derselben Arbeit beschreibt, so glaube ich, dass er, trotz der verschiedenen Angaben über Zahl der Haarborstenbündel und Kiemen keine andere Art vor sich gehabt wie jene, welche ich bei Triest und St. Malo gesehen. Diese aber halte ich, wie bereits bemerkt, für identisch mit *N. parvula* Leuck. R. = *N. zostericola* Gr. und stelle desshalb letztere Namen als Synonyme zu *N. venustula* Montagu. Mit ihr vereinige ich auch die *N. vestita* Clap. von Neapel. Die Beschreibung der Art sowie die Abbildung der Hakenborsten sind zwar mangelhaft, aber aus den Flösschen erkennt man eine *Nicolea*. Sie hatte 17 Haarborstenbündel. Es liegt die Annahme nahe, dass es unsere Art sei.

Diagnose.

Körper des einzigen mir vorliegenden adriatischen Exemplares 31 Mm. mit 74 Segmenten (an Exemplaren von St. Malo war die Zahl der Segmente 57 und 68 bei 26 und 30 Mm. Länge) vorn etwas aufgebläht, 3 Mm. breit. 17 Haarborstenbündel. Zahlreiche Augenpunkte. Erstes Segment ventral lang, der Vorderrand ausgebuchtet, rechts und links daher kurze Spitzchen. Die folgenden Segmente ohne Flankenlappen. Fühlfäden fein, zahlreich. Zwei Paare dendritische Kiemen. Das zweite Paar (Fig. 2) wenig kleiner als das erste. Ungetheilter Stamm sehr kurz, gewöhnlich in 2 Hauptäste zerfallend, die zahlreiche Äste abgeben. Äste nicht regelmässig und nicht gleich oft dichotomisch getheilt, häufig nur ungetheilte Fäden ausgebildet. Endgabeln kurz, letzte Gabelung häufig fehlend. 17 Bauchschilder. Die letzten 6—7 ziemlich quadratisch, die vorderen breiter und kürzer, die hinteren durch eine seichte Querfurche getheilt. Hinter der zweiten Kieme eine kurze Papille, grössere, aber nicht vorragende hinter und etwas ober dem Borstenhöcker des 6. und 7. Segmentes. Vom 21. Segmente ab deutliche Flösschen. Besonders an den hinteren ist der Aussenrand etwas eingebuchtet und der verdeckte Oberrand springt papillenartig vor. Haarborsten (Fig 2 *A*) schmal gesäumt, etwas geschwungen. Hakenborsten (Fig. 2 *B*) vom 7.—20. Segment in doppelter Stellung abwechselnd, einreihig. In Obensicht mit 3—4 Zähnchen vor dem grossen Zahne; vor diesen, zwischen deren Wurzeln, 2—3 kleinste Zähnchen. In Seitensicht

vor dem grossen Zahne ein Zähnchen und diesem dicht anliegend, meist sehr undeutlich, ein drittes kleinstes. Chitinöse Stützborsten.

Farbe im Leben: An die der *Polymnia nebulosa* Mont. erinnernd. Körper hell zimmtbräunlich oder ziegelroth, mit vielen weissen Punkten besäet. Fühlfäden röthlich. (Die weissen Punkte und die röthliche Färbung der Fühlfäden erhalten sich im Alkohol einige Zeit.)

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Triest (ich), Neapel (Claparède).

Verbreitung: Grossbritannien, Shetland-Ins., Far-Öer, Westgrönland; Tromsö, Norwegen, Kattegat; Oeresund, Belte, St. Malo (ich).

Polymnia.

1865 Malmgren. Nordiska Hafs-Annulater Öfvers. af k. Vet.-Akad- Förh. pag. 379.
1865 *Terebella* (L.) Malmgren. Ibidem, pag. 378.

Eingangs setzte ich die Gründe auseinander, welche mich bestimmen, den Gattungsnamen *Terebella* Linné fallen zu lassen. Malmgren hatte dieser Gattung zwar zwei Arten: *debilis* n. sp. und *Danielsseni* n. sp. eingereiht, schlägt aber zugleich für die letztere eine eigene Gattung, die Gattung *Polymnia* vor und wendet diesen Namen auch zwei Jahre später an. Diese beiden Arten, welche ich weiter unten als *nebulosa* Mont. und *nesidensis* Delle Chiaje anführe, haben aber im Bau des Körpers und der Hakenborsten soviel Gemeinschaftliches, dass sie in einer Gattung vereinigt werden müssen, zu deren Bezeichnung ich den Namen *Polymnia* gebrauche.

Die Gattung wird durch folgende Zusätze näher umschrieben:

Am ersten Segmente ventral ein breiter, vorspringender Lappen, der hinter den Enden des Kopflappens seinen Ursprung nimmt und von dem unteren Rande der Mundöffnung durch eine Falte getrennt ist. Am zweiten und dritten Segmente grössere, am vierten ein unscheinbarer Flankenlappen. Vordere Bauchschilder der Quere nach gefaltet, mit sehr kurzem vorderen Antheile. Die Hakenborsten mit 1 oder 2 Zähnchen vor dem grossen Zahne und einem Kranze von 3 kleinsten ganz vorn, von welchen der mittlere gewöhnlich etwas grösser ist. In Seitensicht

vor dem grossen Zahne ein weit abstehendes grösseres und ein diesem meist dicht anliegendes kleinstes Zähnchen. Innenrand der Hakenborsten sehr lang. Chitinöse Stützborsten.

Polymnia nebulosa.

Taf. I, Fig. 4.

1881 *Terebella nebulosa* Montagu G. Descript. of five british species of the genus *Terebella* of Linné. Trans. of the Linnean Soc. Vol. XII, pag. 343, Tab. XII. Fig. 2.

1828 *Amphitrite Meckelii* Delle Chiaje. Mem. su la storia e not. degli anim. senza vert. del regno di Napoli. Vol. III, pag. 169,180, Tav. 45, Fig. 10.

1841 *Amphitrite Meckelii* Delle Chiaje. Descriz. e notom. degli anim. invert. della Sicilie cit. Vol. III, pag. 70, Vol. V. pag. 94, tav. 80, Fig. 10.

1845 *Terebella nebulosa* Mont.; Milne Edwards Recherch. zoolog. faite pendant un voyage sur les côtes de la Sicile. Ann. d. scienc. nat. 3. sér. T. III, pag. 147, pl. 8.

1853 *Terebella tuberculata* Dalyell. The powers of the creator London. Vol. II, pag. 197, pl. 26, f. 8, pl. 29, Fig. 1, 2.

1855 *Terebella nebulosa* Mont.; Grube E. Beschreib. neuer od. wenig bek. Ann. Arch, f. Naturg. 21. Jahrg. pag. 115, Taf. IV, Fig. 14.

1861 *Terebella nebulosa* Mont.; Grube E. Ausflug nach Triest. Berlin, pag. 128.

1862 *Amphitritoides rapax* Costa A. Annuario zool. d. r. univ. d. Napoli anno 1°, pag. 32.

1862 *Pallonia rapax* Costa A. Ibidem, pag. 89.

1864 *Terebella nebulosa* Montagu; Grube E. Die Insel Lussin. Breslau, pag. 87.

1865 *Terebella debilis* Malmgren. Nordiska Hafs-Annul. Öfvers. af k. Vet.-Akad. Förh. pag. 379, tab. XXII, Fig. 57.

1865 *Terebella nebulosa* Mont.; Quatrefages Hist. nat. d. Annél. T. II, pag. 359.

1868 *Terebella Meckelii* Delle Chiaje; Claparède E. Annél. chétop. du golfe de Naples. Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. T. XX, 1 part, pag. 131. Pl. XXVIII, Fig. 3.

1872 *Terebella nebulosa* Mont.; Grube E. Mittheil. über S. Malo und Roscoff. Abh. schles. Ges. f. vaterl. Cultur. 1869—72. Breslau. pag. 68.

Diese sehr leicht kenntliche Art wurde schon von M. Edwards und Grube richtig bestimmt. Auch ich kann keine Unterschiede zwischen atlantischen und Mittelmeerexemplaren finden und halte auch nicht die *T. debilis* Mgrn. für berechtigt, einen eigenen Namen zu führen.

Diagnose.

Körper 34, 38, 46, 75, 76, 80 Mm. lang mit 38, 55, 74, 76, 78, 95 Segmenten, dick, vorn hoch, sehr leicht zerreisslich. 17 Haarborstenbündel. Zahlreiche sehr deutliche Augenpunkte. Das erste Segment ventral nur mässig vorspringend. Am zweiten, dritten, vierten Segment kurze Läppchen, das des vierten ganz gut entwickelt. Drei Paare dendritische, sehr reichästige Kiemen, der Folge nach an Grösse abnehmend. Stamm dick, Äste erster und zweiter Ordnung vorwiegend von einer Seite entspringend, Verzweigung daher anfangs eher kammförmig und erst in den Ästen zweiter Ordnung dichotomisch (bis 5mal). Endgabeln gleichmässig kurz. Habitus straussförmig. 14—16 Bauchschilder. Die 6 ersten am breitesten und kürzesten; höchstens die letzten 4—6 von mehr sechseckiger Form. Hinten und aussen von der zweiten Kieme und hinter dem ersten und zweiten Borstenhöcker Papillen. Borstenwülste mässig vorspringend. Hakenborsten (Fig. 4) vom 11.—20. Segmente in doppelter Stellung halb gegenständig. In Obensicht vor dem grossen Zahne 2 Zähnchen, die zwischen ihren Wurzeln einen unpaaren kleineren fassen, und zu Seiten dieses noch 2 kleinste Zähnchen. In Seitensicht vor dem grossen Zahne ein Zähnchen und selten, deutlicher nur bei schiefer Lage, ein anliegendes zweites kleinstes Zähnchen. Der Träger des Schutzpolsters gut ausgebildet. Chitinöse Stützborsten.

Farbe im Leben: Körper zimmtbraun, ziegelroth, orangeroth, rothbräunlich, stets kreideweiss getüpfelt. Fühlfäden gelbröthlich, manchmal gleichfalls, wie auch die Kiemen, weiss punktirt.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere; Triest (ich), Cherso, Lussin (Grube), Villafranca (Grube), Neapel (Delle Chiaje, Costa, Claparède, Zoologische Station), Sicilien (M. Edwards), Marseille (Marion et Bobretzky).

Verbreitung: Grossbritannien, Kattegat, Französische Westküste. [St. Malo (Grube, ich), Roscoff (Grube).]

Polymnia nesidensis.

Taf. I, Fig. 5.

1828 *Amphitrite nesidensis* Delle Chiaje. Mem. su la storia e notom. etc. Vol. III, pag. 169, 179, tav. XLIII, Fig. 2—3.

1841 *Amphitrite nesidensis* Delle Chiaje. Descriz. e not. degli anim. invert. etc. Vol. III, pag. 69, Vol. V, pag. 94. tav. CV, Fig. 2—3.

1855 *Terebella lutea* Risso; Grube F. Beschreib. neuer od. wenig bek. Annel. Arch. f. Naturg. 21. Jahrg. pag. 116.

1861 *Terebella lutea* Risso; Grube E. Ausflug nach Triest. Berlin pag. 85.

1864 *Terebella lutea* Grube E. Die Insel Lussin. Breslau, pag. 87.

1865 *Terebella Danielsseni* Malmgren. Nordiska Hafs-Annul. Öfvers. af k. Vet.-Akad. Förh. pag. 379, Tab. XXI, Fig. 54.

1865 *Terebella abbreviata* Quatrefages Hist. d. Annel. T. II, pag. 363.

1868 *Terebella flavescens* Claparède E. Annél. chétop. du golfe des Naples. II part. Mém. d. la soc. de phys, et d'hist. nat. de Genève. T. XX, 1870, pag. 137. Pl. XXIII, Fig. 6.

1870 *Terebella abbreviata* Qfg.; Grube E. Bemerk. über Annel. d. Pariser Museums. Arch. f. Naturg, 36. Jahrg. pag. 334.

1871 *Terebella lutea* et *Danielsseni*; Grube E. Einiges aus einer kritischen Übersicht der bisher beschrieb. Terebellen. 49. Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur im Jahre 1871. Breslau, pag. 50.

1872 *T. (Polymnia) Danielsseni* Mgrn.; Grube E. Mittheil. über St. Malo und Roscoff. Abhandl. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur. 1869—70, Breslau, pag. 7.

Grube drückt 1871 (l. c.) die Ansicht aus, „dass die von ihm früher beschriebene *T. lutea* Risso des adriatischen und Mittelmeeres bloss der Farbe und Grösse nach von *T. Danielsseni* Mgrn. verschieden sei, während Malmgren anderer Meinung ist. Erstere bleibe in der Regel wirklich kleiner als letztere und die ihm zugekommenen Exemplare waren sämmtlich gelb, nicht grün." Früher (1870 l. c.) hatte sich Grube bereits ausgesprochen, dass die *T. abbreviata* mit *T. Danielsseni* zusammenfalle. Ich fand dieselbe Art bei Triest und Lesina sowie bei St. Malo und halte gleichfalls die Mittelmeerform für nicht verschieden von der des atlantischen Oceans. Ich sah auch in der Adria grössere und grünlich gefärbte Exemplare und kann nicht Malmgren beipflichten, dass die Körperform oder die Hakenborsten differiren. Das Hinterende des Aussenrandes ist nicht immer knieförmig abgerundet. An den Hakenborsten eines und desselben Borstenwulstes sind in dieser Hinsicht Unterschiede bemerkbar, an

einzelnen ist hier ein kleiner Fortsatz ausgebildet. Die Exemplare von St. Malo zeigen diesen Fortsatz auch, nur noch etwas schärfer. Identisch mit der von Grube 1855 als *T. lutea* Risso beschriebenen *Terebella*, ferner mit der *T. Danielsseni* Mgrn. und *abbreviata* Qfg. ist weiters jedenfalls die *T. flavescens* von Claparède. Es müsste also zur Bezeichnung dieser *Terebella* der Risso'sche Name verwendet werden, aber die *Terebella lutea* von Risso ist etwas ganz Anderes als die von Grube so benannte Art. Risso's [1] Beschreibung lautet ausdrücklich: son corps est composé de 34 anneaux presque égaux dans toute leur longueur, ils sont munis de pieds thorachiques blanchâtres..... Er meinte also damit eine Art, die mit Haarborstenbündeln bis an das Leibesende versehen war. Nach der Färbung dürfte es wohl *Thelepus cincinnatus* F. gewesen sein. Die Bezeichnung *lutea* Risso ist also nicht brauchbar. Vor Grube hat jedoch Delle Chiaje unsere Art kurz als *T. nesidensis* beschrieben. Seine Angaben über die charakteristische Färbung und die Anwesenheit subdichotomischer Kiemen schliessen jede andere mediterrane Form aus. Dieser Name muss als der älteste in seine Rechte treten.

Diagnose.

Körper bei 20, 22, 40 Mm. Länge mit 61, 67, 81 Segmenten, vorn 1·5—2·5 Mm. breit, 17 Haarborstenbündel. Zahlreiche Augenpunkte. Der ventrale Lappen des ersten Segmentes lang, lateral über das Ende des Kopflappens vorspringend. Der Flankenlappen des vierten Segmentes sehr unbedeutend. Drei Paar dendritische Kiemen von fächerförmigem Habitus. Ungetheilter Stamm sehr kurz. Verzweigung nahezu regelmässig dichotomisch (bis 6mal). Endgabeln sehr kurz, aber nicht immer ausgebildet. 15 Bauchschilder, die ersten acht kurz, breit, gedrängt, vom neunten an Länge zunehmend, trapezoidal, das letzte dreieckig. Hinten und aussen von der zweiten Kieme und hinter dem ersten und zweiten Borstenhöcker Papillen. Haarborsten sehr lang, etwas gebogen. Hakenborsten vom 11.—20. Segmente in doppelter Stellung, abwechselnd, einreihig. In Obensicht

[1] Hist. nat. d. princip. prod. de l'Europe merid. Paris 1826, T. IV, pag. 409.

vor dem grossen Zahne 1 Zähnchen (höchst selten 2) und ganz vorn 3 in einem Bogen, an den Hakenborsten der ersten Borstenwülste manchmal auch 4. In Seitensicht das kleinste vorderste Zähnchen deutlich. Chitinöse Stützborsten.

Farbe im Leben: Körper und Fühlfäden gelb, der Rücken mit einem Stich in's Gelbbräunliche oder Leib dunkel schmutziggrün in's Bräunliche, Bauch heller, chamois, Fühlfäden gelb oder Rücken bräunlich, Bauch mehr gelbgrün nach hinten grün, Fühlfäden gelb.

Fundorte im adriatischen und Mittelmeere: Zaule bei Triest, Lesina (ich), Cherso, Lussin (Grube), Villafranca (Grube), Neapel (Delle Chiaje, Claparède).

Verbreitung: Oresund, Kattegat, Nordsee, Far-Öer, Norwegen, Finmarken, Grossbritannien, französische Westküste [St. Vaast (Grube), St. Malo (Grube, ich), Roscoff (Grube), la Rochelle Quatrefages.)].

Thelepus Leuck. Mgrn. Grube (s. ampl.)

1877 Grube E. Annelidenausbeute v. S. M. S. Gazelle. Monatsber. der k. Akad. d. Wiss. zu Berlin. pag. 544.

Grube vereinigte mit *Thelepus* Leuck. (Malmgren char. emend.) die Gattung *Neottis*, welche Malmgren für die *T. trise-rialis* Gr. aus dem Mittelmeere aufstellte. Diese Art theilt mit der Stammart der Gattung *Thelepus*, mit *T. cincinnatus* F., die Lage des ersten Haarborstenbündels am dritten Segmente und den gleichen Typus der Kiemen und Hakenborsten, sowie deren durchaus einfache Stellung, hat jedoch 3 Kiemenpaare und eine beschränkte Zahl von Haarborstenbündel. Die Angaben Malmgren's waren in letzter Hinsicht, weil nach einem verstümmelten Exemplare gemacht, irrig.

In solchem Sinne ist die Gattung vollkommen naturgemäss. Nur wird man noch *Grymaea* hinzuziehen müssen, die sich unter der Voraussetzung, dass die Hakenborsten, welche ich nicht untersuchen konnte, jenen der *Thelepus*-Arten gleichen, nur durch die Lage des ersten Haarborstenbündels am zweiten Segmente unter scheiden würde. Unter den Gattungen von Quatrefages würde ihr *Heterophenacia* entsprechen, *Phenacia* nur zum Theil. *Thele-*

podopsis M. Sars[1] ist mit ihr zu vereinen und war eigentlich schon mit *Thelepus* Leuck. (Mgrn. char. emend.) identisch, denn der einzige Unterschied, welchen man der Beschreibung entnehmen kann, die geringere Anzahl von Haarborstenbündel (28—33 bei circa 60 Segmenten) ist nach meinen Untersuchungen nicht entscheidend. Wie ich weiter unten auseinandersetzen werde, sah ich kein einziges Exemplar von *Thelepus cincinnatus* F., an dem die Haarborstenbündel bis zum anteanalen Segment gehen. Ihre Zahl ist wie bei anderen *Thelepus*-Arten eine sehr schwankende und ein kaum zur Abgrenzung von Arten geschweige denn von Gattungen brauchbares Merkmal. Darin macht *T. cincinnatus* keine Ausnahme. Aber in der Zweizahl der Kiemenpaare steht merkwürdigerweise diese Art ziemlich vereinzelt da. Ich habe, um mich zu überzeugen, ob ein Fehlen der Haarborstenbündel an den letzten Segmenten eine allgemeine Erscheinung sei, alle anderen schon durch die Form der Kiemen und die grössere Zahl der Haarborstenbündel als *Thelepus* leicht erkennbaren Terebellen zusammengestellt (19 Arten) und nur bei zweien waren 2 Kiemenpaare angegeben. Die ephemere Gattung *Neottis* Mgrn. entsprach also zufällig den thatsächlichen Verhältnissen besser als die ältere. Auch bei der mit *Thelepus* zu vereinigenden Gattung *Grymaea* Malmgren gehen nach Tauber die Haarborstenbündel nicht bis an das Ende des Körpers. Aus diesen und noch anderen Gründen dürfte die Gattung *Streblosoma* von M. Sars das Schicksal der mit ihr zugleich publicirten *Thelepodopsis* theilen.

Innerhalb der Gattung *Thelepus* werden sich bei der Inconstanz der Zahl der Haarborstenbündel, dem einförmigen Bau der Kiemen die Arten wohl erst nach einem genauen Vergleich der Hakenborsten mit Sicherheit auseinanderhalten lassen. Es existiren jedoch leider bisher von keiner einzigen Art ausser *T. cincinnatus* F. und *T. Mc. Intoshi* brauchbare Abbildungen derselben.

---

[1] Diagnoser af nye Annelider fra Christianiafjörden efter Professor M. Sars efterladte manuskripter. Förh. i Vidensk. — Selskab. i Christiania aar 1871. Christiania 1872, pag. 414.

[2] Tauber P. *Annulata danica.* Kjøbenhavn 1879, pag. 134.

Die Hakenborsten zeigen, soweit bekannt, in Seitensicht eine im Allgemeinen übereinstimmende sehr auffallende Gestalt. Vor dem grossen Zahne gewöhnlich nur ein Zähnchen, am Hinterende des Aussenrandes eine griffförmige Hervorragung, dagegen fehlt der kurze Fortsatz unter dem grossen Zahne. In Obensicht vor dem grossen Zahne zwei in gleicher Höhe entspringende Zähnchen nebeneinander und vor diesen noch ein drittes Zähnchen, das öfter von zwei sehr kleinen in die Mitte genommen wird, oder mehr solche neben sich hat. An den Hakenborsten der hinteren Borstenwülste oder Flösschen nimmt die Zahl der kleinsten Zähnchen stets zu.

Thelepus cincinnatus.[1]

Taf. I, Fig. 6.

1780 *Amphitrite cincinnata* Fabricius O. Fauna grönlandica, pag. 286.
1820 *Terebella cincinnata* F. O. Savigny. Syst. d. Annél. p. 87.
1826 *Terebella lutea* Risso A. Hist. nat. d. princip. prod. de l'Europe méridionale. T. IV. pag. 409.
1847 *Terebella madida* Frey H. et Leuckart R. Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere. Braunschweig, pag. 154.
1849 *Thelepus Bergmanni* Leuckart R. Zur Kenntniss der Fauna von Island. Arch. f. Naturg. 15. Jahrg. pag. 169, Fig. 4 *A—C.*
1853 *Lumara flava* Stimpson. Synops. of the marine invert. of Grand Manan. Smithson. contrib. to knowl. Vol. VI, 1854, pag. 30.
1858 *Terebella conchilega* Dalyell. The powers of the creator. London. Vol. II, pag. 199, Pl. 28, Fig. 3—8.
1860 *Terebella pustulosa* Grube E. Beschreibung neuer od. wenig bek. Annel. Arch. f. Naturg. 26. Jahrg. pag. 100, Taf. IV, Fig. 7.
1865 *Venusia punctata* Johnston. A catal. of the british non-parasit. worms. London, pag. 241.
1865 *Thelepus circinnata* F.; Malmgren. Nord. Hafs-Annul. Öfvers. af. k. Vet.-Akad. Förh. pag. 387, Tab. XXII, Fig. 58.
1865 *Heterophyselia cincinnata* F.; Quatrefages. Hist. nat. d. Annél. T. II, pag. 387.
1865 *Phenacia terebelloides* Quatrefages. Ebenda, pag. 375.
1865 „ *pulchella* Parfitt E. Descript. of a new spec. of marine worm. Ann. and Mag. nat. hist. 3. ser., vol. XVIII, pag. 1—2, pl. I.
1868 *Heterophenacia nucleolata* Claparède E. Annél. chétop. du golfe de Naples. II part. Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. T. XX, 1870, p. 13.

[1] Der gegenwärtig allgemein angewandte Name *circinnata* ist ganz unrichtig. Fabricius nannte die Kiemen cincinni (Locken) und daher die Art *cincinnata* (gelockt).

1868 *Phenacia ambigrada* Claparède. Ebenda, pag. 142, Pl. XVIII, Fig. 6.
1868 *Phenacia retrograda* Claparède. Ebenda, pag. 143, Pl. XVIII, Fig. 7.
1870 *Phenacia terebelloides* Qfg.; Grube E. Bemerk. über Annel. d. Pariser Museums. Arch. f. Naturg. 36. Jahrg., pag. 332.
1871 *Thelepodopsis flava* Sars M. Diagnoser af nye Annel. fra Christiania. fijord. Förh. i. Vedensk. Selsk. i Christiania aar 1871. Christiania, 1872. p. 415.
1880 *Phenacia terebelloides* Qfg.; Langerhans P. Die Wurmfauna von Madeira. III. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXIV. Bd., pag. 107, Fig. 21.

Malmgren gibt an, dass die Borstenbündel bis zum antenalen Segmente gehen. Da ich vermuthete, dass die *Phenacia terebelloides* Qfg., welche nach Grube in dem vorhandenen Bruchstücke von 14 Ctm. mit 73 Segmenten, 41 Haarborstenbündel besitzt, ein *Thelepus cincinnatus* F. sei und Langerhans in Madeira dieser Art ganz ähnliche Terebellen aufgefunden hatte, die er nur deshalb nicht mit ihr vereinte, sondern zur *Th. terebelloides* Qfg. stellte, weil sie alle eine Reihe hinterer Segmente ohne Haarborstenbündel aufwiesen, untersuchte ich *Thelepus cincinnatus* von den verschiedensten Fundorten und komme zu einem anderen Resultate. Ich fand an arktischen Exemplaren einmal die letzten 9 Segmente, ein anderes Mal die letzten 26 Segmente ohne Haarborsten, an den allerletzten Segmenten auch keine Hakenborsten. Auch Grube bemerkt 1860 (l.c.), dass er grönländische Exemplare untersucht habe mit 70—89 Segmenten, welche an den letzten Segmenten keine Haarborsten mehr erkennen liessen. Individuen von Helgoland zeigten folgende Verhältnisse: Ein grosses Bruchstück (Vorderkörper) von 8 Ctm. Länge mit 50 Segmenten hatte 39 Haarborstenbündel, ein anderes (Hinterkörper) ermangelte der Haarborstenbündel an den letzten 24 Segmenten; vollständige Exemplare von circa 40 Mm. Länge hatten 27 und 53 Haarborstenbündel und die 35 und 36 letzten Segmente ohne. An grösseren vorderen Bruchstücken aus der Adria waren 34, 35 Haarborstenbündel vorhanden.[1] Nach meinen Erfahrungen gehen also die Haarborstenbündel nie bis zum anteanalen Segmente und ihre Zahl ist eine sehr schwankende.

Aus diesen Gründen nehme ich keinen Anstand, sowohl die *Phenacia terebelloides* Qfg. als die *Thelepodopsis flava* Sars M.

[1] Langerhans sah Individuen seiner *Phen terebelloides* von 30, 42 63, 71 Segmenten mit 18, 27, 45, 52 Haarborstenbündel.

zu *Thelepus cincinnatus* zu ziehen. Die *Phenacia ambigrada* und *retrograda* von Claparède sind Jugendformen, die wahrscheinlich gleichfalls hieher gehören. Mit Bestimmtheit lässt sich dies bei der geringen Kenntniss, die wir noch über jugendliche Zustände der Terebellen besitzen und bei der Oberflächlichkeit ihrer Beschreibungen und der Abbildungen der Hakenborsten nicht entscheiden. Dagegen ist es leichter, die *H. nucleolata* auf *Th. cincinnatus* F. zu beziehen, welcher in der That bei Neapel vorkommt.

Die Hakenborsten (Fig. 6, 6 *A*) zeigen nach dem Alter und der Provenienz kleine Variationen, besonders ihre Höhe und die Länge des grossen Zahnes betreffend. Die grosser adriatischer Exemplare waren besonders lang und niedrig, länger als jene eines Exemplars aus Neapel und den Hakenborsten arktischer Exemplare ähnlicher als solche von Helgoland, die durch besondere Höhe auffallen.

Wahrscheinlich nicht verschieden von *Thelepus cincinnatus* F. ist *Heterophenacia Renouardi* Marion. Deren Beschreibung in der „Revue des sciences naturelles". Tom. IV, Mars 1876 lautet: „Espèce très-voisine de l'*Heterophenacia circinata* Malm., mais entièrement lisse à la face dorsale. Les uncini de l'Annélide de Marseille portent trois crochets principaux très-apparents; les segments thoraciques possèdent à la fois des soies lancéolées et des soies à mince bordure. L'*Heterophenacia Renouardi* se retrouve dans les fonds vaseux de la région N.—O. du golfe de Marseille, per 70 et 80 mètres."

Diagnose.

Körper bei einer Länge von 40 Mm. mit 80 Segmenten, bei einer Länge von 120 Mm. (noch unvollständig) mit 64 Segmenten. Oberfläche des Rückens gefeldert, wabig, mit weisslichen Punkten oder erhabenen Knötchen besetzt. Haarborstenbündel bis fast zum Ende des Leibes gehend. Augenpunkte. Zwei Paar fadenförmige Kiemen. Die erste Kieme beginnt ventral um die Breite von 3—4 Kiemenfäden tiefer als die zweite, welche nach aussen bis zum Haarborstenbündel reicht. Die Kiemen desselben Segments sind durch einen schmalen Zwischenraum getrennt. Bauchschilder ganz undeutlich abgegrenzt. Am 4. Segmente

unter dem Borstenhöcker, am 5., 6., 7. Segmente zwischen Borstenhöcker und Borstenwulst niedrige Papillen. Borstenwülste nieder, meist nur so hoch als die Segmente lang. Hakenborsten (Fig. 6) auch der vordersten Borstenwülste in Obensicht mit mehreren kleinsten Zähnchen vor den zwei nebeneinanderstehenden, in Seitensicht daher vor dem grossen Zahne zwei Zähnchen bemerkbar. Rand der Hakenborste vor dem griffförmigen Fortsatze schief abgestutzt. Chitinöse Stützborsten.

Farbe im Leben: Die der adriatischen Thiere: Körper und Fühlfäden safrangelb. Nach Fabricius: Körper bei einigen bräunlich, Bauch röthlich, bei anderen Körper blass, Bauch weiss; Fühlfäden blassröthlich. Nach Johnston: Körper blassröthlich, alle anderen Segmente mit rothen Tupfen, dessgleichen oft das Abdomen. Fühlfäden roth getüpfelt. Spitze der Kiemen dunkel.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Portorè, Martinsica (Grube), Triest, Lussin (ich), Spalato (Zoolog. Hofcabinet), Nizza (Risso), Neapel (Claparède, Zoolog. Station).

Verbreitung: Vom Kattegat die Küste von Norwegen in das Eismeer hinauf. Spitzbergen, Nowaja-Semlja, Grönland, Jan Mayen, Island, Grossbritannien, St. Lorenzbucht, Neu-England.

Thelepus triserialis.

Taf. II, Fig. 3.

1855 *Terebella triserialis* Grube E. Beschreibung neuer oder wenig bek. Annel. Arch. f. Naturg. 21. Jahrg., pag. 118, Taf. IV, Fig. 16.

1864 *Terebella triserialis* Grube E. Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna. Breslau 1864, pag. 88.

1865 *Neottis triserialis* Grube E.; Malmgren. Nordiska Hafs-Annulat. Öfvers af k. Vet.-Akad. Förh. pag. 364.

1871 *Terebella triserialis* Grube E. Einiges aus einer kritischen Übersicht der bisher beschriebenen Terebellen etc. 49. Jahresb. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur im Jahre 1871. Breslau 1872, pag. 49.

Diese Art ist bisher nur im Mittelmeere gefunden worden. Im atlantischen Ocean scheint sie in dem *Thelepus setosus* Qfg.[1] von St. Vaast-la-Hougue eine Vertretung zu finden. Von der vorigen Art weicht sie, abgesehen von der Zahl der Kiemen,

[1] *Phenacia setosa* Quatrefages. Hist. nat. d. Annel. T. II, 1865, p. 376 hat nach Grube 3 Kiemenpaare.

durch die mehr dorsale Stellung derselben, durch die kürzeren Segmente, die hohen Borstenwülste und die Form der Hakenborsten, ab. Diese zeichnen sich durch ihre Länge, die geringere Zahl der Zähnchen und die Hervorwölbung des Randes vor dem grifförmigen Fortsatze aus.

Diagnose.

Körper bei einer Länge von 45, 93 Mm. mit 115 und 150 Segmenten, vorn sehr hoch. Haarborstenbündel im ersten Falle 33. im zweiten 38. (Auch 29—31, 37—39 (Grube), 35, 36, 41 Haarborstenbündel). Augenpunkte. Drei Paar fadenförmige Kiemen. Unterste und äusserste Fäden der ersten Kieme in einer Höhe mit dem ersten Borstenbündel. Zweite Kieme höher als der erste Borstenhöcker, von diesem etwa um die Höhe des ersten Borstenwulstes entfernt. Dritte Kieme noch mehr hinaufgerückt. Die Kiemen desselben Paares durch einen kleinen Zwischenraum getrennt, der beim dritten Paare am breitesten ist. Bauchschilder höchstens an 15 Segmenten deutlicher. Am 4. Segmente unter dem Borstenhöcker, am 5, 6., 7. Segmente zwischen Borstenhöcker und Borstenwulst niedrige Papillen. Borstenwülste hoch, bis 3mal so hoch als die Segmente lang sind. Hakenborsten (Fig. 3) lang, die der vordersten Borstenwülste in Obensicht oft ohne, meist nur mit einem einzigen Zähnchen (selten mehr) vor den zwei nebeneinanderliegenden; daher in Seitensicht vor dem grossen Zahne nur ein Zähnchen bemerkbar, Rand der Hakenborsten vor dem grifförmigen Fortsatze vorgewölbt. Chitinöse Stützborsten.

Farbe im Leben: Körper am Rücken grauviolettröthlich, die Bauchschilder grau-gelblich hell, Fühlfäden gelblich, oder Körper röthlichgrau, Fühlfäden weiss, oder Körper orangegelb, Fühlfäden dessgleichen.

Fundorte in der Adria und im Mittelmeere: Zaule bei Triest, Pola, Lesina (ich), Villafranca, Sicilien (Grube).

Verbreitung: Nur Mittelmeer.

Verzeichniss

der in Betracht gezogenen Gattungen und Arten.

(Die Synonyme sind durchschossen gedruckt.)

Seite

Amphitrite Mgrn. 170
„ *brunnea* Stimps 174
„ *cincinnata* F. 205
„ *cirrata* O. F. Müll. 160
„ *cristata* O. F. Müll. 186
„ *figulus* Dalyell 174
„ *flexuosa* Delle Chiaje 191
„ *gracilis* Gr. 176
„ *incana* Clap. 173
„ *intermedia* Mgrn. 192
„ *Johnstoni* Mgrn. 174
„ *kerguelensis* Mc. Int. 159
„ *Meckelii* Delle Chiaje 199
„ *neapolitana* Delle Chiaje 179
„ *nesidensis* Delle Chiaje 201
„ *Olfersii* Delle Chiaje 173
„ *Orotavae* Langerhans 179
„ *rubra* Risso 173
„ *variabilis* Risso 172
„ *vigintipes* Ehrbg. Gr. 170
„ *viminalis* Gr. 172
Amphitritoides rapax Costa A. 199
Axionice Mgrn. 165
„ *flexuosa* Gr. 194
Grymaea Mgrn. 203
Heterophenacia Qfg. 203
„ *nucleolata* Clap. 205
„ *Renouardi* Marion 207
Heterophyselia Bosci Qfg. 179

Seite

Heterophyselia cincinnata F. 205
Heteroterebella Qfg. 178
„ *sanguinea* Clap. 180
Idalia lapidaria L. 178
„ *cristata* O. F. Müll. 187
„ *vermiculus* Qfg. 187
Lanassa Mgrn. 166
Lanice Mgrn. 190
„ *conchilega* Pall. 191
Laphania Mgrn. 166
Leaena Mgrn. 166
„ *oculata* Langerh. 162
Leprea Mgrn. 178
„ *Ehrenbergi* Gr. 178
„ *lapidaria* L. 179
„ *megalonema* Schmarda 155
„ *Orotavae* Langerh. 178
„ *pterochaeta* Schmarda 178
„ *rubra* Verr. 155
„ *subcirrata* Gr. 155
„ *sulcigera* Clap. 183
„ *textrix* Dalyell 179
Loimia Mgrn. 190
„ *annulifilis* Gr. 161
„ *medusa* Sav. 161
„ *Montagui* Gr. 161
Lumara flava Stimps. 205
Neottis Mgrn. 203
„ *triserialis* Gr. 208
Nereis conchilega Pall. 191
Nicolea Mgrn. 194
„ *dasycomus* Gr. 194
„ *flexuosa* Gr. 194
„ *gelatinosa* Kef. 176
„ *gracilibranchis* Gr. 194
„ *lobata* Mgrn. 194
„ *venustula* Mont. 195

Seite

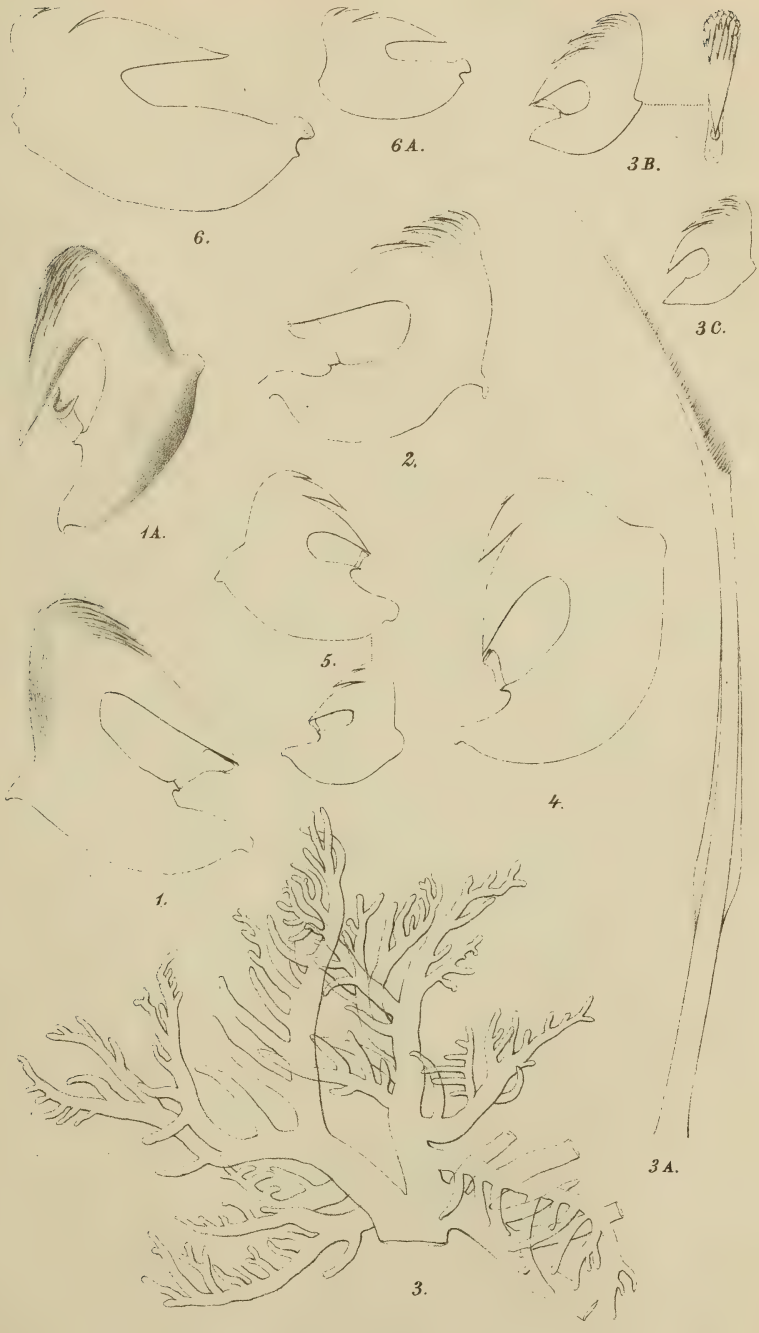
Nicolea zostericola Oerst. et Gr. 195
Octobranchus Mar. et Bobr. 152
„ *Giardi* Mar. et Bobr. 152
„ *lingulatus* Gr. 152
Pallonia rapax Costa A. 199
Phenacia Qfg. 203
„ *ambigrada* Clap. 206
„ *retrograda* Clap. 206
„ *setosa* Qfg. 208
„ *terrebelloides* Qfg. 205
Physelia scylla Qfg. non Sav. 176
Pista Mgrn. 185
„ *cretacea* Gr. 188
„ *cristata* O. F. Müll. 186
„ *fasciata* Ehrb. 186
„ *maculata* Marenz. 186
„ *thuja* Gr. 186
„ *typha* Gr. 186
Polymnia Mgrn. 198
„ *nebulosa* Mont. 199
„ *nesidensis* Delle Chiaje 201
Scione Mgrn. 165
„ *lobata* Mgrn. 194
Streblosoma Sars M. 204
Terebella L. 155
„ *abbreviata* Qfg. 201
„ *artifex* Sars M. 191
„ *brunnea* Stimps. 174
„ *cincinnata* F. 205
„ *cirrata* O. F. Müll. 171
„ *cirrhata* Mont. 171
„ *Claparedii* Gr. 174
„ *compacta* Gr. 173
„ *conchilega* Dalyell non Pall. 205
„ *conchilega* Pall. 191
„ *constrictor* Mont. 179
„ *corallina* Gr. 179

Seite

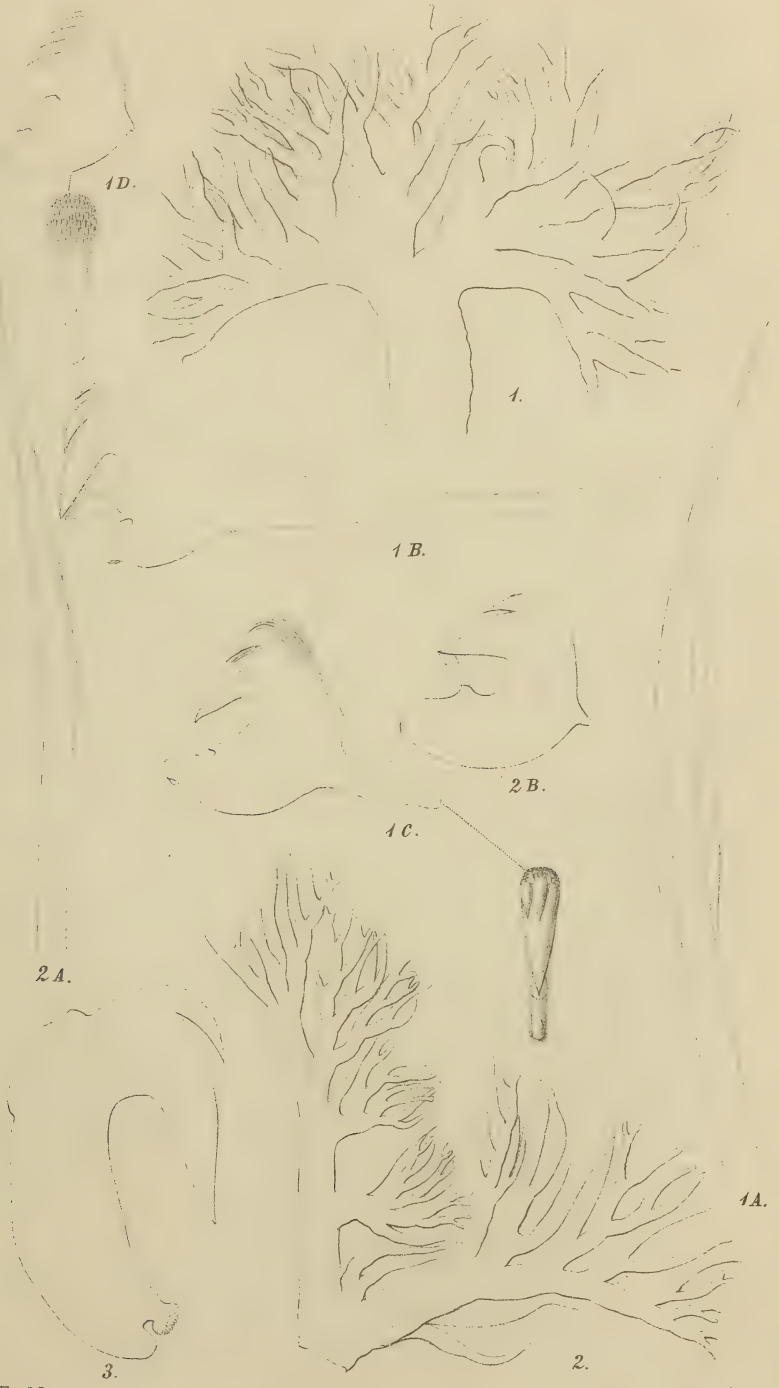
Terebella cretacea Gr. 188
„ *cristata* O. F. Müll. 186
„ *Danielsseni* Gr. 201
„ *debilis* Gr. 199
„ *fasciata* Ehrb. Gr. 186
„ *figulus* Dalyell 174
„ *flavescens* Clap. 201
„ *flexuosa* Delle Chiaje. 191
„ *gelatinosa* Kef. 176
„ *gigantea* Mont. 191
„ *gracilibranchis* Gr. 194
„ *haematina* F. Müll. et Gr. 170
„ *laevirostris* Clap. 176
„ *lapidaria* L. 179
„ *lingulata* Gr. 152
„ *lutea* Risso 205
„ *lutea* Gr. non Risso 201
„ *madida* Frey H. et Leuck. R. 205
„ *Meckelii* Delle Chiaje 199
„ *misenensis* Costa O. G. 179
„ *multisetosa* Gr. 173
„ *nebulosa* Mont. 199
„ *parvula* Leuck. R. 195
„ *pectinata* Gr. 179
„ *pectoralis* Qfg. 191
„ *prudens* Cuv. 191
„ *pustulosa* Gr. 205
„ *rosea* Gr. 179
„ *rubra* Risso 173
„ *spiralis* Gr. 173
„ *sulcigera* Clap. 179
„ *textrix* Dalyell 179
„ *triserialis* Gr. 208
„ *tuberculata* Dalyell 205
„ *turrita* Gr. 186
„ *variabilis* Risso 172
„ *venustula* Mont. 195

Seite

Terebella vestita Clap. 195
„ *vigintipes* Ehrbg. Gr. 170
„ *viminalis* Gr. 172
„ *zostericola* Örst. et Gr. 195
Thelepodopsis Sars M. 204
„ *flava* Sars M. 206
Thelepus Leuck. R. 203
„ *Bergmanni* Leuck. R. 205
„ *cincinnatus* F. 205
„ *circinnata* (F.) Mgn. 205
„ *Mc. Intoshi* Gr. 204
„ *Renouardi* Marion. 207
„ *setosus* Qfg. 208
„ *triserialis* Gr. 208
Venusia punctata Johnst. 205



E.v.Marenzeller del. Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien



E.v.Marenzeller del. Lith.Anst.v Th.Bannwarth, Wien.

Sitzungsb. d k. Akad. d. Wiss. math. naturw. Classe, LXXXIX. Bd. I. Abth. 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. *Amphitrite variabilis* Risso. Hakenborste. 560/1.
„ 1 *A*. „ „ „ „ in etwas geneigter Stellung, der Schutzpolster des grossen Zahnes auf die Seite geschoben.
„ 2. *Amphitrite rubra* Risso. Hakenborste. 560/1.
„ 3. „ *gracilis* Grube. Erste Kieme. 30/1.
„ 3 *A*. „ „ „ Haarborste. 330/1.
„ 3 *B*. „ „ „ Hakenborste aus dem VII. Borstenwulste. 630/1.
„ 3 *C*. „ „ „ Hakenborste aus einem der hintersten Borstenwülste. 630/1.
„ 4. *Polymnia nebulosa* Mont. Hakenborste aus dem V. Borstenwulste 560/1.
„ 5. *Polymnia nesidensis* Delle Chiaje. Hakenborsten aus dem V. Borstenwulste. 560/1.
„ 6. *Thelepus cincinnatus* F. Hakenborste aus dem X. Borstenwulste. 560/1.
„ 6 *A*. „ „ „ Hakenborste eines nur 1·5 Mm. langen Individuums. 560/1.

Tafel II.

Fig. 1. *Pista cretacea* Grube. Erste Kieme. 30/1.
„ 1 *A*. „ „ „ Haarborste. 330/1.
„ 1 *B*. „ „ „ Hakenborste aus dem III. Borstenwulste. 330/1.
„ 1 *C*. „ „ „ Hakenborste aus dem VII. Borstenwulste von der Seite und von oben. 330/1.
„ 1 *D*. „ „ „ Hakenborste des 60. Segmentes von der Seite und von oben. 630/1.
„ 2. *Nicolea venustula* Mont. Zweite Kieme. 22/1.
„ 2 *A*. „ „ „ Haarborste. 330/1.
„ 2 *B*. „ „ „ Hakenborste. 560/1.
„ 3. *Thelepus triserialis* Grube. Hakenborste aus dem X. Borstenwulste. 560/1.

VIII. SITZUNG VOM 13. MÄRZ 1884.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering in Prag übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XVI. Mittheilung. Über Schwankungen des Nervenstromes infolge unipolarer Reizung beim Tetanisiren.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie und das Verhalten des Wassers,“ von Herrn Prof. P. C. Puschl, Capitular des Benedictinerstiftes Seitenstetten.
2. „Die Integration der partiellen Differentialgleichungen. Grundlinien einer allgemeinen Integrationsmethode,“ von Herrn Dr. V. Sersawy, Privatdocent für Mathematik an der Wiener Universität.
3. „Über die Energie und den Zwangszustand im elektrostatischen Felde“, von Herrn Dr. Gottlieb Adler in Wien.

Ferner legt der Secretär drei von Herrn Prof. Dr. K. Olszewski an der Universität in Krakau eingesendete Mittheilungen vor:

a) „Über die Verflüssigung des Wasserstoffes und die Erstarrung des Stickstoffes, sowie über den kritischen Druck des letzteren.“

b) „Bestimmung der Dichte und des Ausdehnungscoëfficienten des flüssigen Sauerstoffs.“

c) „Bestimmung der Erstarrungstemperatur einiger Gase und Flüssigkeiten.“

Über Ansuchen des Herrn Dr. E. Goldstein in Berlin wird ein in der Sitzung vom 16. November 1882 behufs Wahrung seiner Priorität hinterlegtes versiegeltes Schreiben eröffnet. Dasselbe enthielt eine Mittheilung: „Über Elektricitätsdurchgang durch Vacua."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Annales Entrega 235. Tomo XX. Febrero. 15. Habana, 1884; 8°.

Académie, Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique: Bulletin. 52e année, 3e série, tome VI. Nr. 12. Bruxelles, 1883; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXXI. 1883—84. Serie terza. Transunti. Volume VIII. Fascicoli 2° & 3°. Roma, 1883—84; 4°.

— Pontificia de'Nuovi Lincei: Atti. Anno XXXV. Sessione Ia dell' 11 Decembre 1881. Roma, 1882; 4°.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinische deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XX. Nr. 3—4. Halle a. S., 1884; 4°.

— der Wissenschaften, königlich preussische zu Berlin: Sitzungsberichte. XXXVIII—LIII. Berlin, 1883; 8°.

— der Wissenschaften, königliche: Öfversigt af Förhandlingar 40: de Årg. Nr. 7. Stockholm, 1883; 8°.

Amadeo, Federico Dott.: Monografia delle curve tautocrone. Avellino, 1883; 4°.

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents. 1884. Janvier. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österreichischer: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XXII. Jahrgang, Nr. 6—8. Wien, 1884; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3e période. Tome XI. Nr. 1.—15. Février 1884. Genève, Lausanne, Paris, 1884; 8°.

Bureau, königlich statistisch-topographisches: Württembergische Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. Jahrgang VI. Heft I—IV. Stuttgart, 1883; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Osterreichische Statistik. III. Band, 2. Heft und IV. Band, 1. Heft. Wien, 1884; 4°.

Central-Station, königlich meteorologische: Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. Jahrgang V. Heft 3. München, 1883; 4°.

— — Übersicht über die Witterungsverhältnisse im Königreiche Bayern während des November und December 1883 und Januar 1884. München; Folio.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VIII. Nr. 8 u. 9, 14—17. Cöthen, 1884; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVIII. Nr. 8. Paris, 1884; 4°.

Geological Survey of India: Records. Vol. XVI, Part 4. 1883. Calcutta; 8°.

Geologische Anstalt, königlich ungarische: Mittheilungen aus dem Jahrbuche. VI. Band, 9. und 10. Heft. Budapest, 1884; 8°.

Gesellschaft, deutsche entomologische: Deutsche entomologische Zeitschrift. XXVIII. Jahrgang (1884), 1. Heft. Berlin, London, Paris, 1884; 8°.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXVI, Nr. 11 und 12. Wien, 1884; 8°. Band XXVII, Nr. 1. Wien, 1884; 8°.

— österreichische für Meteorologie: Zeitschrift. XIX. Band. Märzheft 1884. Wien, 1884; 8°.

— physikalisch-chemische: Berichte. Tome XVI. Nr. 1. St. Petersburg, 1884; 8°.

Hydrographisches Amt, k. k. Marine-Bibliothek: Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Vol. XII. Nr. 1 und 2. Jahrgang 1884. Pola, 1884; 8°.

Institut Égyptien: Bulletin. 2e série Nr. 2 & 3. Année 1881 & 1882. Le Caire, 1883; 8°.

Journal, the American of Science. Vol. XXVII. Nr. 158. New. Haven, 1884; 8°.

Kriegsmarine, k. k.: Kundmachungen für Seefahrer und hydrographische Nachrichten. Jahrgang 1884. Heft 1. Pola, 1884; 8°.

Materialien zur Mineralogie Russlands von Nikolai v. Kokscharow. IX. Band. St. Petersburg, 1884; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens. Jahrgang 1884. 1. Heft. Wien, 1884; 8°.

Museo nacional de México: Anales. Tomo III. Entrega 2ª & 3ª. Mexico, 1883; 4°.

Museum of comparative Zoölogy at Harvard College: Bulletin. Vol. XI. Nr. 9. Cambridge, 1883; 8°.

Nature. Vol. XXIX. Nr. 749. London, 1884; 8°.

Observatoire impériale de Rio de Janeiro: Bulletin astronomique et météorologique. Nr. 10. Rio de Janeiro, 1883; 4°.

Observatory, the: A monthly Review of Astronomy. Nr. 83. London, 1884; 8

Osservatorio del real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino mensuale. Ser. II. Vol. III. Num. X. Ottobre, 1883. Torino, 1883; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1884 XXXIV. Band. Nr. 1. Jänner bis März. Wien, 1884; 8°.

— — Verhandlungen. Nr. 2 und 3. Wien, 1884; 8°.

Reichsforstverein, österreichischer: Österreichische Vierteljahrsschrift für Forstwesen. N. F. II. Band. Jahrgang 1884. I. Quartal. Wien, 1884; 8°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Vol. XIII Disp. 1ª. Roma, 1884; 4°.

Société mathématique de France: Bulletin. Tome XI. Nr. 5. Paris, 1883; 8°.

Society, the American geographical: Bulletin. 1883. Nr. 3 & 4. New-York; 8°.

— the royal astronomical: Monthly Notices. Vol. XIV. Nr. 3. London, 1884; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. VI, Nr. 2. London, 1884; 8°.

Tübingen, Universität: Akademische Schriften pro 1883; 27 Stücke, 4° und 8°.

IX. SITZUNG VOM 20. MÄRZ 1884.

Herr Dr. W. Tietze, Chefgeologe der k. k. geologischen Reichsanstalt, übermittelt das von ihm verfasste Druckwerk: „Geologische Übersicht von Montenegro“, in welchem die Ergebnisse seiner im Jahre 1881 im Auftrage der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften unternommenen geologischen Durchforschung dieses Fürstenthumes veröffentlicht werden.

Der Secretär legt eine Abhandlung von Herrn Professor Dr. Ludwig Martin an der Universität in Klausenburg unter dem Titel: „Das polydimensionale Argument“ vor.

Ferner legt der Secretär ein von Herrn Dr. F. W. Dafert in Bonn a./R. behufs Wahrung seiner Priorität eingesendetes versiegeltes Schreiben vor, welches die Aufschrift trägt: „Synthese der Glycuronsäure aus Mannit“.

Das w. M. Herr Hofrath A. Winckler überreicht eine Abhandlung: „Über eine Methode zur Integration der nicht linearen partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung mit zwei unabhängigen Veränderlichen“.

Das w. M. Herr Regierungsrath Dr. Steindachner überreicht eine Abhandlung des Freiherrn Dr. Richard v. Drasche unter dem Titel: „Über einige neue und weniger gekannte aussereuropäische einfache Ascidien.“

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine Arbeit: „Der Nachweis und die Bestimmung des Ammoniaks in thierischen Flüssigkeiten,“ von Herrn Dr. J. Latschenberger in Wien.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht die vorläufige Mittheilung zweier in seinem Laboratorium von Herrn Dr. Wilhelm Fossek ausgeführten Arbeiten:

1. Synthese zweiwerthiger Alkohole durch Einwirkung von alkoholischem Kali auf Gemenge von Aldehyden.
2. Einwirkung von Phosphortrichlorid auf Aldehyde.

Das w. M. Herr Prof. Wiesner überreicht eine Abhandlung: „Über die Darwin'sche und über die geotropische Wurzelkrümmung".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia nacional de ciencias en Córdoba: Acta. Tomo V. Entrega 1ª. Buenos Aires, 1884; gr. 4°.

Académie de Médecine: Bulletin. 48e année, 2e série, tome XII. Nrs. 9 & 10. Paris, 1884; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VIII. Nr. 18 u. 19. Cöthen, 1884; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCVIII, Nr. 9. Paris, 1884; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XVII. Jahrgang. Nr. 4. Berlin, 1884; 8°.

Gewerbe-Verein, niederösterr.: Wochenschrift. XLV. Jahrgang. Nr. 7—11. Wien, 1884; 4°.

Hamon, A.: Etude sur les eaux potables et le plomb. Paris, 1884; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift, IX. Jahrgang, Nr. 7—11. Wien, 1884; 4°.

Journal, the American of science. Vol. XVII. Nr. 159, March, 1884. New Haven, 1884; 8°.

— für praktische Chemie. N. F. Band XXIX, 2. Heft. Leipzig, 1884; 8°.

Karpathen-Verein, ungarischer: Jahrbuch. X. Jahrgang 1883. 3 u. 4. Heft. Késmark; 8°.

Königsberg, Universität: Akademische Schriften pro 1883 28 Stücke 4° u. 8°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 28e année, 3e série — tome XIV. 507e livraison — Mars 1884. Paris; 4°.

Nature. XXIX. Vol. Nr. 750. London, 1884; 8°.

Newlands, John A. R., F. J. C., F. C. S.: On the Discovery of the periodic law and on Relations among the atomic weights: London, 1884; 8°.

Repertorium der Physik. XX. Band, 2. Heft. München und Leipzig, 1884; 8°.

Società Italiana di Antropologia, Etnologia e Psicologia comparata: Archivio. Vol. XIII, fascicolo 3°. Firenze, 1883; 8°.

Society the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. VI. Nr. 3. March, 1884. London; 8°.

— of Chemical Industry: The Journal. Vol. III. Nr. 2. London, 1884; 8°.

Verein, entomologischer in Stockholm: Entomologisk Tidskrift Årg. 4. Häft 1—4. Stockholm, 1883; 8°.

Vierteljahresschrift, österreichische für wissenschaftliche Veterinärkunde. LX. Band, 2. Heft. (Jahrgang 1883. IV.) Wien, 1883; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 7 bis 11. Wien, 1884; 4°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. V. Jahrgang. Nr. 5 und Jahresbericht 1883—1884. VIII. Vereinsjahr. Wien, 1884; 8°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. IV. Jahrgang 1884. 3. Heft: März. Berlin, 1884; 4°.

Untersuchungen über die Wachsthumsbewegungen der Wurzeln.

(Darwin'sche und geotropische Wurzelkrümmung.)

Von **Julius Wiesner,**
wirklichem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Das bekannte Werk Charles Darwin's „Über das Bewegungsvermögen der Pflanzen“ [1] bezeichnet einen Wendepunkt in der Entwicklung der Lehre von den Bewegungserscheinungen der Pflanzenorgane, speciell der Wurzeln.

In Betreff der Wachsthumsbewegungen der Wurzeln liegt das Neue, das Darwin's Werk enthält, hauptsächlich in zwei Dingen: in einer wichtigen Thatsache, nämlich in der sogenannten Darwin'schen Krümmung und in einer Hypothese über das Zustandekommen des Geotropismus.

Mit diesen beiden Gegenständen werden sich die nachfolgenden Blätter beschäftigen.

Die Darwin'sche Wurzelkrümmung ist bis jetzt noch ganz ungenügend gekannt. Dieselbe genau zu beschreiben, bildet die erste Aufgabe der nachfolgenden Darstellung. Noch weniger als gekannt ist sie auf Grund thatsächlicher Wahrnehmung erklärt. Es ist mir nun gelungen, auf Grund einer Reihe neuer und wohlbegründeter Thatsachen über die Eigenschaften wachsender Wurzeln und über die Darwin'sche Krümmung selbst eine derzeit wohl zufriedenstellende Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung zu geben.

Der auf den Geotropismus der Wurzeln bezugnehmende Theil dieser Schrift beschäftigt sich mit der Frage über die

---

[1] The power of movement in plants, London 1880. Deutsche Übersetzung von Carus, Stuttgart 1881. Im Nachfolgenden citire ich die Übersetzung.

Stichhaltigkeit der Darwin'schen Reizhypothese. Ich bin derselben schon früher[1] entgegengetreten. Es entstand ein wahrer Kampf um die Aufrechthaltung der Darwin'schen diesbezüglichen Auffassung. Ein Theil der Physiologen hielt, trotz meiner Einwände, an Darwin's Ansicht fest, ja fasste dieselbe schon als eine thatsächlich begründete und über jeden Zweifel erhabene auf; ein anderer Theil neigte meiner Auffassung zu. Die Frage, ob die Wurzelspitze reizbar ist, wie Darwin will, und ob von letzterer aus die geotropischen und anderen Bewegungen ausgehen, oder ob die äusseren, die Wachsthumsbewegungen bedingenden Kräfte dort angreifen, wo wir die betreffenden Krümmungen sich einstellen sehen, wie ich zu begründen versuchte; diese Frage bewegt, wie bekannt, die Kreise der Pflanzenphysiologen derzeit so sehr, wie kaum eine andere. Eine wahre Fluth an Schriften, welche sich ausschliesslich, oder nebenher mit diesen und nächstverwandten Fragen beschäftigen, hat seit dem Erscheinen des Darwin'schen Werkes sich in der Fachliteratur ausgebreitet, aber immer stehen sich die Ansichten noch schroff gegenüber.

Seit dem Erscheinen meines Buches „Über das Bewegungsvermögen der Pflanzen", also seit etwa drei Jahren, habe ich nicht aufgehört, mich mit der genannten Frage zu beschäftigen, unterliess es aber bis jetzt auf die Einwürfe zu antworten, welche von Anhängern der Darwin'schen Reizhypothese mir gemacht wurden.[2] Ich verschob es so lange, in dieser wichtigen Frage wieder das Wort zu nehmen, bis es mir gelungen sein würde, durch ein zwingendes Beweismateriale eine Entscheidung zu ermöglichen. Dies ist nunmehr, wie ich meine, der Fall, und ich hoffe, dass man die so bestechende Darwin'sche Reizhypothese nunmehr endgiltig ablehnen wird.

Vorliegende Untersuchung stützt sich auf eine grosse Zahl von in den folgenden Blättern nur in knappster Auswahl mitgetheilten Versuchen, welche selbst durchzuführen ich gar nicht die physische Zeit gehabt hätte. Ich wurde bei diesen höchst mühevollen Untersuchungen auf das Werkthätigste von meinem

[1] Das Bewegungsvermögen der Pflanzen, Wien 1881, pag. 97, ffd.

[2] Bloss eine kleine, vorläufige Note über vorliegende Arbeit veröffentlichte ich kürzlich in den „Berichten der deutschen botan. Gesellschaft". (Bd. II, pag. 72 ffd.)

Assistenten, Herrn Dr. Molisch, und dem Eleven des pflanzenphysiologischen Institutes, Herrn Rich. von Wettstein unterstützt. Beide Herren haben in der genannten Zeit mehrere Hundert, die grösste Geduld, Genauigkeit und Geschicklichkeit erfordernde Versuchsreihen durchgeführt. Auch Herr Cand. phil. Franz Rimmer hat bei dieser Untersuchung eifrig mitgewirkt und sich namentlich bei den Versuchen über den Einfluss der Turgescenz der Wurzeln auf deren Geotropismus erfolgreich betheiligt.

Erster Theil.

Die Darwin'sche Krümmung.

1. Begrenzung des Begriffes.

Darwin hat folgende wichtige Entdeckung gemacht. Wenn die Vegetationsspitze einer Wurzel einseitig angeschnitten oder anderweitig einseitig verletzt wird, so wendet sich die Wurzel nach einiger Zeit von der Seite ab, von welcher die Schädigung kömmt oder an welcher die beigebrachte Verletzung liegt. Die Wegwendung vollzieht sich stets in der wachsenden Region, also stets deutlich getrennt oder weit entfernt von jener Stelle, wo die Verletzung stattgefunden hat. Darwin hat auch die Behauptung aufgestellt, dass ganz leiser auf die Wurzel wirkender Druck die gleiche Wirkung ausüben soll und die Wurzeln auf diese Weise befähigt sein würden, Hindernissen auszuweichen, sofern sich ihnen solche, z. B. Steine und dgl. in den Weg stellen. Dies wurde indess von ihm nur indirect erschlossen. Ich habe zuerst, und zwar durch directe Versuche, die Irrthümlichkeit dieser Behauptung nachgewiesen.[1] Ein Gleiches geschah später durch Detlefsen,[2] Burgerstein,[3] Kirchner[4] und Andere. Es kann diese letztere Behauptung als vollständig entkräftigt angesehen werden, wie andererseits das Wegwenden

[1] Bewegungvermögen pag. 142, ffd.

[2] Über die von Darwin behauptete Gehirnfunction der Wurzeln, in Sachs' Arbeit. des bot. Inst. Bd. II. 629, ffd.

[3] Über das Empfindungsvermögen der Wurzelspitze. Jahresb. des Leopoldstädter Gymnasiums in Wien 1882.

[4] Über die Empfindlichkeit der Wurzelspitze. Programm der k. landw. Akademie Hohenheim, Stuttgart 1882, pag. 7.

der Wurzeln von jener Seite weg, an welcher die Wurzelspitze eine Schädigung erfährt, als erwiesen betrachtet werden darf. Ich habe für diese merkwürdige Wachsthumserscheinung der Wurzel den Namen „Darwin'sche Krümmung" in Vorschlag gebracht, welcher heute allgemein angenommen ist.

Die Ursachen der Darwin'schen Krümmung können sehr mannigfaltige sein: Anschnitt der Wurzelspitze; Verletzung derselben durch stark wasserentziehende Mittel wie Alkohol, Schellacklösung; Ätzung mit Höllenstein etc. Von Molisch[1] ist gezeigt worden, dass der Hydrotropismus der Wurzeln als eine Form der Darwin'schen Krümmung angesehen werden müsse: die einseitige Herabsetzung des Wassergehaltes an der Wurzelspitze bewirkt ein Wenden der Wurzel nach der feuchten Seite hin. Zweifellos existiren noch andere in biologischer Beziehung wichtige Schädigungen der Wurzelspitze, welche Darwin'sche Krümmung hervorzurufen im Stande sind.[2]

2. Äussere Erscheinung der Darwin'schen Krümmung, Ort des Auftretens.

Die Darwin'sche Krümmung ist bis jetzt nur unvollständig beschrieben worden. Es wurde von Darwin bloss angegeben, dass sie sich in der wachsenden Region der Wurzel vollziehe.

Dies ist richtig; allein es wurde die Stelle nicht näher bezeichnet, an welcher innerhalb der wachsenden Region die Krümmung sich einstellt und vor Allem nicht die Frage beantwortet, ob, wie bei den meisten andern Wachsthumsbewegungen der Wurzeln, die Krümmung mit der Zone des stärksten Wachsthums zusammenfällt und ob überhaupt die Lage der Krümmungszone eine bestimmte sei.

Ich habe beim Studium dieser Frage folgende neue Thatsache constatirt. Bevor noch die bisher als Darwin'sche Krümmung bezeichnete Wachsthumsbewegung eintritt, stellt sich in einer höher gelegenen Region der wachsenden Strecke eine schwächere, in entgegengesetztem Sinne verlaufende Krümmung ein.

[1] Unters. über den Hydrotropismus. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 88 (1883).

[2] So die jüngsthin von Müller-Hettlingen aufgefundenen „galvanotropischen" Wurzelkrümmungen. S. Pflüger's Arch. für die gesammte Physiologie Bd. XXXI., pag. 193 ffd.

Es lässt sich dies auf folgende Weise am einfachsten nachweisen. Vollkommen gerade Keimlinge werden, nachdem die Wurzelspitze einseitig verletzt wurde, im absolut feuchten Raume so befestigt, dass die Wurzeln einem hinter letzteren aufgestellten Senkel parallel laufen. Die Lage der Wurzel wird fortwährend mit der Richtung des Senkels verglichen. Alsbald macht sich an der der Wundstelle gegenüber liegenden Seite, aber in einer beträchtlich höher gelegenen Region, eine Krümmung bemerklich. Erst später stellte sich in der tiefer liegenden Wurzelregion die in entgegengesetzter Richtung gehende bekannte Krümmung ein.

Die obere Krümmung ist stets schwächer als die untere, sie tritt meist beträchtlich früher ein als diese. Manchmal ist sie so schwach, dass sie sich der Beobachtung entzieht; auch scheint sie in einzelnen Fällen zeitlich mit jener zusammenzufallen.

Die Darwin'sche Krümmung ist also eine Doppelkrümmung: im unteren Theile der wachsenden Region liegt ihre Convexität an der Wundseite, in oberen Theile an der entgegengesetzten Seite.

Die obere Krümmung liegt oberhalb der Region des stärksten Wachsthums, die untere in der Regel unterhalb derselben. (Auf einige Ausnahmen wird später eingegangen werden.)

Nähere Angaben über die Versuchsanstellung, welche zu diesen Resultaten führte, so wie genauere zahlenmässige Belege folgen in den beiden nächsten Paragraphen.

3. Versuche über den Eintritt der Darwin'schen Krümmung bei Cultur der Keimlinge im feuchten Raume.

Über den Zeitpunkt, in welchem die Darwin'sche Krümmung sich einstellt, liegen bis jetzt noch keine genaueren Versuche vor. Darwin hat den Eintritt der Krümmung gewöhnlich nach neun Stunden wahrgenommen; manchmal nach sieben oder gar erst nach 24 Stunden.[1] Es scheint indess, dass es ihm nicht darauf ankam, den Zeitpunkt des Eintretens der Krümmung genau festzustellen, sondern dass er nach Ablauf grösserer Zeitintervalle seine Versuchsobjecte einfach controlirte.

[1] Vgl. l. c. pag. 114—119.

Auch ich habe bei meinen im „Bewegungsvermögen“ mitgetheilten Studien eine genauere Ermittlung des Zeitpunktes, in welchem diese Erscheinung eintritt, nicht vorgenommen; das Gleiche gilt auch bezüglich der Beobachtungen aller anderer mit dieser Krümmungserscheinung bisher beschäftigt gewesenen Forscher.

Um dem Versuche die nöthige Schärfe zu geben, wurde nicht nur in oben angegebener Weise das Senkel benützt, die Beobachtung nach geschehener Verletzung sofort begonnen, sondern auch unter bestimmten und möglichst constanten äusseren Bedingungen operirt; selbstverständlich wurden auch nur kräftige Keimlinge mit möglichst geraden Wurzeln zum Versuche ausgewählt.

Die in diesem Paragraphen mitgetheilten Versuche verliefen durchwegs im absolut feuchten Raume, bei Ausschluss von Licht und bei möglichst constanter Temperatur. Die Keimlinge waren auf Kork, welcher an der Wand der benützten Glasgefässe festgesiegelt war, mittelst Nadeln befestigt. Vom Boden des während des Versuches umgekehrt aufgestellten und mit Wasser abgesperrten, theilweise mit nassem Filterpapier ausgekleideten Gefässes hing ein einfaches Senkel — ein durch ein Bleigewichtchen gespannter Seidenfaden — hinab, welches zur Verticalstellung der Wurzeln diente. Dass die Verticalstellung vor definitiver Aufstellung des Versuches vorgenommen werden musste, ist selbstverständlich. Das so hergerichtete Gefäss war mit einem undurchsichtigen Recipienten bedeckt, welcher von 5 zu 5 Minuten behufs Prüfung der Wurzelrichtung abgenommen wurde.

Versuch Nr. 1. ***Zea Mais.*** (Temperatur const. 18° C.)[1]

	Eintritt der oberen Krümmung (Nebenkrümmung).	Eintritt der unteren Krümmung (Hauptkrümmung).
Wurzel Nr. 1	nach 40 Min.	nach 45 Min.
„ „ 2	„ 60 „	„ 90 „
„ „ 3	„ 95 „	„ 105 „
„ „ 4	„ 35 „	„ 90 „

[1] Wo nichts angemerkt ist, wurde die Darwin'sche Krümmung durch einseitigen Anschnitt der Wurzelspitze eingeleitet.

Versuch Nr. 2. ***Zea Mais.*** (Temperatur const. 22·5° C.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 30 Min.	nach 60 Min.
„ „ 2	„ 30 „	„ 65 „
„ „ 3	„ 40 „	„ 80 „
„ „ 4	nicht wahrnehmbar	„ 95 „

Versuch Nr. 3. ***Pisum sativum.*** (Temperatur const. 17·5° C.)

Die Wurzeln wurden so angeschnitten, dass die Krümmung senkrecht zur Sachs'schen Krümmung erfolgen musste.

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 25 Min.	nach 65 Min.
„ „ 2	„ 30 „	„ 70 „
„ „ 3	„ 15 „	„ 60 „
„ „ 4	„ 25 „	„ 60 „

Pisum sativum. (Temp. 18·5° C.; sonst wie im früherenVers.)

	Eintritt der oberen Krümmung	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 25 Min.	nach 125 Min.
„ „ 2	„ 60 „	„ 130 „
„ „ 3	nicht zu bemerken.	„ 135 „

Versuch Nr. 4. ***Zea Mais.*** (Temp. 17° C.)

Verletzung durch einen einseitig angebrachten Schellacktropfen.

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 30 Min.	nach 105 Min.
„ „ 2	„ 25 „	„ 135 „
„ „ 3	„ 35 „	„ 90 „

Aus diesen und zahlreichen andern ähnlichen Versuchen ergab sich, dass die Darwin'sche Krümmung sehr frühzeitig sich einstellt, die obere Krümmung häufig schon nach einer halben Stunde, die untere meist nach 1—2 Stunden. Es wurde ferner gefunden, dass die obere Krümmung frühzeitig wieder ausgeglichen wird, sehr häufig schon in der Zeit, in welcher die

untere entsteht. Die untere Krümmung wird entweder zur bleibenden oder dauert viel länger als die obere an; bisher hat man auch nur die erstere wahrgenommen.

Auch beim Hydrotropismus stellt sich, wie schon Molisch[1] gefunden hat, vor der Hinneigung der Wurzel zur feuchten Fläche eine vorübergehende entgegengesetzte Krümmung ein, welche, wie wir später constatirten, ihren Grund in dem Convexwerden einer über der maximalen Wachsthumszone gelegenen auf der der Wundstelle entgegengesetzten Seite befindlichen Stelle hat, so dass, wie man jetzt sieht, auch im äusseren Bild eine hydrotropisch gekrümmte mit einer in Darwin'scher Krümmung begriffenen Wurzel übereinstimmt.

4. Versuche über den Eintritt der Darwin'schen Krümmung bei Cultur der Wurzeln im Wasser.

Ich habe die merkwürdige und für das Studium der Darwin'schen Krümmung sehr wichtige Auffindung gemacht, dass die Hauptkrümmung früher eintritt und sich viel energischer vollzieht, wenn die Wurzel nach erfolgter Verletzung sich unter Wasser befindet. Auch die obere (oder Nebenkrümmung) stellt sich unter diesen Verhältnissen gewöhnlich früher ein.

Die Versuchsanstellung war im Wesentlichen dieselben wie bei den vorstehend mitgetheilten Experimenten. Das Senkel tauchte unter Wasser. Es wurde Quellwasser (Hochquellenwasser) zum Versuche benützt.

Versuch Nr. 5. ***Zea Mais.*** (Temperatur 18° C.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 30 Min.	nach 45 Min.
„ „ 2	„ 30 „	„ 50 „
„ „ 3	„ 35 „	„ 50 „

(Vgl. Vers. Nr. 1.)

[1] Untersuchungen über den Hydrotropismus l. c. pag. 24.

Versuch Nr. 6. ***Zea Mais.*** (Temperatur 22·5° C.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 25 Min.	nach 30 Min.
„ „ 2	„ 25 „	„ 35 „
„ „ 3	„ 30 „	„ 45 „

(Vgl. Vers. Nr. 2.)

Versuch Nr. 7. ***Pisum sativum.*** (Temperatur 17·5 C.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 20 Min.	nach 50 Min.
„ „ 2	„ 20 „	„ 45 „
„ „ 3	„ 25 „	„ 55 „

(Vgl. Vers. Nr. 3.)

Aus diesen und zahlreichen anderen Versuchen ergibt sich die Richtigkeit des im Eingange dieses Paragraphen mitgetheilten Satzes. Wie bei den im feuchten Raume durchgeführten Experimenten, so stellte sich auch hier heraus, dass die obere Krümmung frühzeitig erlischt, die untere fortschreitet und zur bleibenden oder doch lange andauernden wird.

Es sei nur noch bemerkt, dass, wenn die Darwin'sche Krümmung durch Schellack oder durch Ätzung mittelst Höllenstein eingeleitet wird, auch bei Cultur der Wurzeln unter Wasser im Wesentlichen kein anderes Resultat erzielt wird, als nach einseitigem Anschnitt der Wurzelspitze.

5. Versuchsreihen, die zeigen sollen, in welchen Zonen der wachsenden Region die beiden genannten Krümmungen sich vollziehen.

Die zum Versuche benützten Keimlinge wurden wie in den vorhergehenden Experimenten aufgestellt, nachdem aber früher das Wurzelende in einer Strecke von einem Centimeter in Abständen von je einem Millimeter durch feine Tuschstriche markirt wurde.

Versuch Nr. 8. ***Zea Mais.*** (Temp. 17·5° C., feuchter Raum.)

Die obere Krümmung stellte sich ein

bei Wurzel Nr. 1 in der 8—10 Zone[1] (4)[2]
„ „ „ 2 „ „ 7— 8 „ (4—5)
„ „ „ 3 „ „ 8— 9 „ (4)
„ „ „ 4 „ „ 7— 8 „ (3—4).

Die untere Krümmung stellte sich ein

bei Wurzel Nr. 1 in der 3. Zone (4)
„ „ „ 2 „ „ 3—4. „ (4—5)
„ „ „ 3 „ „ 3—4. „ (4)
„ „ „ 4 „ „ 2—3. „ (3—4).

Versuch Nr. 9. ***Zea Mais.*** (Temperatur 21—22·5° C.)
Die Darwin'sche Krümmung wurde durch einseitige Ätzung der Wurzelspitze mittelst Höllenstein eingeleitet.

Die untere Krümmung stellte sich ein

bei Wurzel Nr. 1 in der 4—5. Zone (6)
„ „ „ 2 „ „ 4—5. „ (5—6)
„ „ „ 3 „ „ 3—4. „ (5—6)
„ „ „ 4 „ „ 4—5. „ (5).

Diese Beobachtungen lehren, dass die obere Krümmung sich ober, die untere aber unter der Zone des stärksten Zuwachses einstellt. Je stärker die Wurzel wächst desto deutlicher tritt dieses Resultat dem Beobachter entgegen; mit besonderer Schärfe bei Cultur der Wurzeln in Wasser. Bei langsamem Wachsthum, z. B. bei niederer Temperatur, scheint oft die untere Krümmung mit der Zone des stärksten Wachsthums zusammenzufallen, doch lässt sich gerade unter diesem Verhältnisse die Frage nach der Lage der Krümmungszonen am wenigsten sicher entscheiden.

---

[1] Die Zonen wurden in der Richtung von der Wurzelspitze nach oben numerirt.

[2] Die in der Klammer stehende Ziffer gibt die Zone des stärksten Zuwachses an.

Nach allen jenen von mir ausgeführten Versuchen zu urtheilen, welche in Folge raschen und starken Wachsthums bei gleichzeitig starker Darwin'scher Krümmung eine genaue Bestimmung der Lage der Krümmung ermöglichten, wäre anzunehmen, dass diese Krümmung stets unterhalb der maximalen Wachsthumszone zu liegen komme. Bei trägem Wachsthume und spätem Eintritt der Darwin'schen Krümmung wird die Ermittlung der Lage der letzteren unsicher und in diesen Fällen (z. B. beim Hydrotropismus) könnte die Krümmung mit der Zone des stärksten Wachsthums zusammenfallen.

Da die geotropische Krümmung stets einfach ist und immer in die Zonen des stärksten Wachsthums fällt, so ergibt sich, dass diese Nutationsform von der Darwin'schen Krümmung sich wesentlich unterscheidet.

Der Nachweis dieser Unterschiede scheint mir nicht ohne Wichtigkeit zu sein, da sowohl von Darwin als auch einigen anderen Forschern eine Analogie zwischen der Darwin'schen Krümmung, dem Geotropismus und ähnlichen Bewegungsformen angenommen wird. Sieht doch Darwin die durch Verletzung hervorgerufene Wurzelkrümmung gleich der geotropischen als blosse Modificationen der von ihm aufgestellten Urbewegung der Pflanzentheile (Circumnutation) an. Es sei hier angeführt, dass nach meinen Untersuchungen[1] auch die positiv heliotropische Krümmung nicht immer in die Zone des stärksten Wachsthums fällt. Ich habe nämlich gerade für heliotropisch sehr empfindliche Pflanzentheile den Nachweis geliefert, dass dieselben unter sehr günstigen Bedingungen eine kleine Verschiebung der Krümmungszone, gegen jene des stärksten Wachsthums, erkennen lassen.

6. Einfluss der Temperatur auf die Darwin'sche Krümmung.

Darwin stellte auf Grund einiger keineswegs beweiskräftiger Versuche[2] den Satz auf, dass jene Temperatur, welche am meisten das Wachsthum der Wurzel begünstigt, beträchtlich verschieden

---

[1] Die heliotropischen Erscheinungen. II. Theil. Denkschr. der kais. Akad. d. Wiss. Bd. 43. Sep. Ab. pag. 7 (1880).

[2] l. c. pag. 136.

ist von jener, bei welcher die Darwin'sche Krümmung sich am energischesten vollzieht; und zwar soll die „günstigste Temperatur für die Empfindlichkeit der Wurzel" tiefer als das Temperaturoptimum für das Längenwachsthum liegen. So wird beispielsweise die günstigste Temperatur für die Empfindlichkeit der Erbsenwurzel mit $15^1/_2°$ C. beziffert, während das Temperaturoptimum für das Längenwachsthum der Wurzel dieser Pflanze 26·6 beträgt.

Gegen diese Behauptung hat sich bereits A. Burgerstein[1] gewendet; er hat durch zahlreiche Beobachtungen ein noch sehr deutliches Eintreten der Darwin'sche Krümmung bei Temperaturen nachgewiesen, bei welchen nach Darwin nur eine schwache oder gar keine Krümmung sich hätte einstellen sollen. Er prüfte die Wurzeln seiner Versuchspflanzen (Keimlinge von Erbse, Mais und *Vicia Faba*) auf das Zustandekommen der Darwin'schen Krümmung (hervorgerufen durch Schellacktröpfchen oder weingeistige Siegellacklösung) bei Temperaturen zwischen 11 und 37° C., wobei nach längeren Zeiträumen (meist nach 9 und 24 Stunden) nachgesehen wurde, ob die verletzten Wurzeln die genannte Krümmung annehmen oder nicht.

Die Wurzeln aller Versuchspflanzen liessen innerhalb der angegebenen Temperatursgrenzen die Darwin'sche Krümmung erkennen und, wie es scheint, ist dieselbe gerade in der Nähe des Temperaturoptimums meist sehr stark in Erscheinung getreten.

Es schien mir behufs genauerer Feststellung des Einflusses der Temperatur auf das Zustandekommen der Darwin'schen Krümmung zweckmässig, sowohl in feuchter Luft als in Wasser cultivirte Wurzeln in der genannten Beziehung zu prüfen.

Es zeigte sich, dass bei jeder Temperatur, bei welcher Wachsthum überhaupt stattfindet, auch Darwin'sche Krümmung sich einstellt. Unterhalb des unteren Nullpunktes der Temperatur für das Wachsthum der Wurzeln tritt ebenso wenig als oberhalb des oberen Nullpunktes die Doppelkrümmung ein. Wohl aber habe ich gefunden, dass sich unterhalb des unteren Nullpunktes die obere Krümmung, wenn auch meist

[1] l. c. pag. 16.

nur schwach einstellt, woraus allein schon hervorgehen dürfte, dass diese obere Krümmung eine vom Wachsthum unabhängige, bloss auf Turgor zurückzuführende Erscheinung ist. Ich komme auf das Zustandekommen dieser Krümmung noch später zurück.

Aus unseren auf die Frage des Temperatureinflusses bei Zustandekommen der Darwin'schen Krümmung bezugnehmenden Aufzeichnungen hebe ich die nachfolgenden, durchaus mit *Zea Mais* ausgeführten Versuchsreihen heraus.

Versuch Nr. 10. (Temperatur 1—2° C. Cultur im feuchten Raume.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	
Wurzel Nr. 1	nach 70 Min.	deutlich.
„ „ 2	„ 75 „	
„ „ 3	„ 80 „	
„ „ 4	unterblieb.	
„ „ 5	nach 70 Min.	deutlich.
„ „ 6	„ 75 „	
„ „ 7	„ 70 „	
„ „ 8	„ 90 „	schwach.
„ „ 9	„ 85 „	
„ „ 10	„ 70 „	deutlich.

Die untere oder Hauptkrümmung unterblieb in allen Fällen.

Versuch Nr. 11. (Temperatur 8° C. Cultur im feuchten Raume.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 135 Min.	nach 425 Min.
„ „ 2	„ 180 „	„ 430 „
„ „ 3	nicht wahrnehmbar	„ 460 „

Versuch Nr. 12. (Temp. 8° C. Cultur in Wasser.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 75 Min.	nach 375 Min.
„ „ 2	nicht wahrnehmbar	„ 420 „
„ „ 3	nach 105 Min.	„ 385 „

Versuch Nr. 13. (Temp. 17·5° C.; Cultur im feuchten Raume.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 45 Min.	nach 85 Min.
„ „ 2	„ 60 „	„ 105 „
„ „ 3	„ 40 „	„ 70 „

Versuch Nr. 14. (Temp. 17·5° C. Cultur in Wasser.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 30 Min.	nach 50 Min.
„ „ 2	„ 35 „	„ 50 „
„ „ 3	„ 35 „	„ 55 „

Versuch Nr. 15. (Temp. 25° C. Cultur im feuchten Raume.)

	Eintrittt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 20 Min.	nach 35 Min.
„ „ 2	„ 20 „	„ 40 „
„ „ 3	„ 20 „	„ 35 „

Versuch Nr. 16. (Temp. 25° C. Cultur in Wasser.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 15 Min.	nach 30 Min.
„ „ 2	„ 15 „	„ 25 „
„ „ 3	„ 20 „	„ 30 „

Versuch Nr. 17. (Temp. 33° C = Optimum der Wachsthumstemperatur. Cultur im feuchten Raume.)

	Eintritt der oberen Krümmung.	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 9 Min.	nach 55 Min.
„ „ 2	„ 10 „	„ 55 „
„ „ 3	„ 12 „	„ 58 „
„ „ 4	„ 13 „ schwach.	„ 62 „

Versuch Nr. 18. (Temperatur 33° C. = Opt.; Cultur in Wasser.)

	Eintritt der oberen Krümmung	Eintritt der unteren Krümmung.
Wurzel Nr. 1	nach 13 Min.	nach 70 Min.
„ „ 2	„ 10 „	„ 65 „
„ „ 3	nicht nachweisbar	„ 75 „

Bei 45° und 47° C. trat noch die obere Krümmung ein, sowohl bei Cultur im feuchten Raume als auch unter Wasser. Die untere Krümmung ist bei 46° C. (oberer Nullpunkt für das Wachsthum der Maiswurzeln) häufig nicht mehr deutlich zu beobachten, freilich auch häufig das Wachsthum nicht mehr wahrzunehmen. Bei 47° C. unterbleibt aber sowohl Wachsthum als Darwin'sche Krümmung.

Aus den Versuchen 9—17 und zahlreichen anderen ergibt sich, dass der Eintritt der Darwin'schen Krümmung nicht genau in demselben Abhängigkeitsverhältnisse zur Temperatur steht wie die Wachthumsgeschwindigkeit; indem allerdings die Krümmungsgeschwindigkeit bis zu einer bestimmten Grenze mit Zunahme der Temperatur ebenso steigt, wie die Wachsthumsgeschwindigkeit, die Temperaturoptima für beide Erscheinungen aber nicht zusammenfallen.

7. Wachsthum intacter und decapitirter Wurzeln. Cultur in feuchten Medien.

Behufs Erklärung der Darwin'schen Krümmung scheint es vor allem wichtig, die Frage zu lösen, wie ihrer Spitze beraubte Wurzeln im Vergleiche zu unverletzt gebliebenen wachsen.

Sollte sich herausstellen, dass decapitirte Wurzeln stärker als intacte wachsen, so wäre schon ein beträchtlicher Schritt nach vorwärts in der Lösung dieser Frage gethan und es müsste weiter untersucht werden, welche Zustände in durch Amputation verletzten Wurzeln eine Beförderung des Längenwachsthums bewirken.

Allein, selbst wenn sich herausstellen sollte, dass ihrer Spitze beraubte Wurzeln weniger wachsen als unverletzt gebliebene — und für im feuchten Raume wachsende Wurzeln ist dies,

wie wir später sehen werden, auf das Bestimmteste nachgewiesen — so könnte noch immer die Darwin'sche Krümmung[1] auf vermehrtes Wachsthum zurückgeführt werden. Es ist ja oben (S. 231—233) gezeigt worden, dass das, was man bis jetzt als Darwin'sche Krümmung bezeichnete (nämlich die untere Krümmung), in dem unteren, d. h. der Spitze nahe liegenden wachsenden Theile der Wurzel sich vollzieht; wenn sich also nur bezüglich dieses Theiles ein vermehrtes Wachsthum der Wurzel nach erfolgter Decapitation herausstellen sollte, so wäre damit eine wichtige Handhabe zur Erklärung der in Rede stehenden Erscheinung gewonnen.

Die erste Frage, welche also zu beantworten sein wird, ist die: wie verhält sich das Längenwachsthum decapitirter Wurzeln zu jenem intacter? Sodann: wie wächst jene Region der decapitirten Wurzeln (im Vergleiche zur entsprechenden intact gebliebener) in welcher wir bei einseitiger Verletzung der Spitze die Darwin'sche Krümmung sich vollziehen sehen?

Da die Darwin'sche Krümmung, wie wir oben gesehen haben (S. 230 und 231) besonders rasch und energisch sich bei Cultur der Wurzeln im Wasser einstellt, so lässt sich erwarten, dass diese beiden Fragen sich am schärfsten an in Wasser cultivirten Wurzeln werden lösen lassen.

Die Frage, wie decapitirte Wurzeln im Vergleiche zu intacten wachsen, ist von Darwin aufgeworfen, aber nicht gelöst, ja nicht einmal durch besondere Versuche geprüft worden. Indem er die Ansicht über die Function der Wurzelspitze aufstellte, berief er sich auf einen Versuch von Sachs, dem zufolge decapitirte Wurzeln nicht weniger als intacte wachsen sollen; Darwin schien es, als würden decapitirte Wurzeln nicht schwächer wachsen als intact gebliebene und so schloss er, dass decapitirte (amputirte) Wurzeln sich normal verhalten und nur

[1] Wenn in der Folge kurzweg von „Darwin'scher Krümmung" die Rede ist, so soll damit die untere oder Hauptkrümmung verstanden sein. Wo es nothwendig, wird die oben dargelegte Doppelkrümmung besonders hervorgehoben werden.

desshalb nicht geotropisch werden, weil sie ihrer Spitze beraubt wurden; diese aber nehme den geotropischen Reiz auf und leite ihn bis zur wachsenden Region weiter.

Strenge genommen durfte sich Darwin auf die Beobachtungen von Sachs[1] nicht berufen, denn letzterer experimentirte bloss mit einigen wenigen — wie die Darstellung annehmen lässt, bloss mit zwei — Keimlingen. In Versuchen, welche sich auf den Vergleich verschiedener Individuen stützen, wie solche zur Entscheidung unserer Frage nothwendig sind, kann man aber nur durch zahlreiche, mit vielen Individuen vorgenommenen Versuchsreihen zu einem brauchbaren Resultate kommen.

Merkwürdigerweise hat Darwin die Wichtigkeit der Frage über das Verhalten decapitirter Wurzeln, zunächst bezüglich ihrer Wachsthumsfähigkeit, übersehen und beruhigte sich mit dem Hinweis auf das genannte von Sachs gelegentlich angestellte Experiment.

Ich habe im „Bewegungsvermögen“[2] zuerst den Versuch gemacht, die Frage über das Längenwachsthum von ihrer Spitze beraubten Wurzeln durch messende Experimente zu lösen. Eine grosse Zahl von Versuchen, welche ich mit Dr. Molisch gemeinschaftlich ausführte, lehrten, dass bei Cultur der Wurzeln im feuchten Raume die decapitirten weniger stark als die intacten wachsen.

Diese Angabe ist nicht ohne Widerspruch geblieben. Kirchner[3] erhielt bei seinen mit Erbsen- und Pferdebohnenkeimlingen ausgeführten Versuchen bezüglich des Verhältnisses zwischen dem Wachsthum intacter und decapitirter Wurzeln kein klares Ergebniss.

In einigen seiner Versuchsreihen wuchsen die decapitirten Wurzeln stärker als die intacten, in den übrigen stellte sich ein umgekehrtes Verhalten ein und er ist geneigt daraus den Schluss zu ziehen, dass die Decapitation auf das Längenwachsthum überhaupt keinen Einfluss auszuüben vermöge. Seine Keimlinge

---

[1] Arbeiten des bot. Instit. zu Würzbg. Bd. I, pag. 433.

[2] pag. 100 ffd.

[3] l. c. pag. 16 ffd.

wurzelten entweder in feuchtem oder nassem[1] Sägemehl, oder befanden sich im absolut feuchten Raume. In beiden Fällen wurde den Wurzeln eine horizontale Lage gegeben.

Spätere, von Krabbe[2] vorgenommene Prüfungen über das Längenwachsthum decapitirter und intacter Wurzeln sollen ergeben haben, dass die ersteren allerdings eine Retardation im Längenwachsthum gegenüber den letzteren zeigen, die aber nicht so weit gehe, wie die von mir angegebene. Krabbe's Angaben entziehen sich aber jeder kritischen Beurtheilung, da er dieselben nicht durch eine einzige Versuchsreihe unterstützt hat.

Das unklare Resultat, zu welchem Kirchner gelangte, hat, wie wir gleich sehen werden, seine Ursache zum Theile in der ungenügenden Anzahl der zum Versuche verwendeten Keimlinge, zum Theile in der Art des Experimentes.

Obgleich die schon früher genannten, von mir gemeinschaftlich mit Dr. Molisch ausgeführten Experimente mit sehr zahlreichen Keimlingen vorgenommen wurden, mithin zu einem vertrauenswürdigeren Resultate führten, so hat Dr. Molisch,[3] nachdem Kirchner's widersprechende Ansicht bekannt wurde, sich die Mühe nicht verdriessen lassen, die Versuche im umfassendsten Maasse wieder aufzunehmen und bei der Cultur der Keimlinge die grösste Aufmerksamkeit auf Constanz der Bedingungen zu wenden.

Die Versuche wurden mit circa 400 Keimlingen ausgeführt, die Cultur entweder im absolut feuchten Raume und dann unter jenen Vorsichten vorgenommen, welche erforderlich sind, um einerseits vollständige Sättigung des Culturraumes zu erhalten, andererseits die Condensation von Wasser hintanzuhalten, oder in feuchten Sägespähnen, und in diesem Falle darauf gesehen, dass keine Übersättigung des Substrats mit Wasser sich einstelle. Das Ergebniss dieser höchst sorgfältigen Prüfung stimmte im Wesentlichen mit dem von uns schon früher erhaltenen überein: in den feuchten Medien zeigten die decapitirten Wurzeln im Vergleiche zu den intact gebliebenen ein verringertes Wachsthum. Zum

[1] l. c. pag. 16 und pag. 26.

[2] Zur Frage nach der Function der Wurzelspitze. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. I, pag. 226.

[3] Ber. der Deutsch. Bot. Gesell. Bd. I, pag. 364.

Versuche dienten Mais, Bohne und Erbse. Die Wurzelspitze wurde in einer Strecke von 1 Mm. abgetragen. Es stellte sich dabei heraus, dass die Retardation des Wachsthums bei höherer Temperatur (25—27° C.) beträchtlich auffälliger ist, als bei tief unter dem Optimum gelegenen Wärmegraden (15° C.).

Zahlreiche andere Culturversuche mit in feuchten Medien wurzelnden Keimlingen, angestellt bei den verschiedensten Temperaturen, haben im Wesentlichen kein anderes Resultat ergeben, und es muss mithin als feststehend betrachtet werden, dass die Wurzeln von in feuchten Medien wachsenden Keimlingen durch die Decapitation eine Verminderung des Wachsthums erfahren. Dabei wurde nur auf den Gesammtzuwachs der Wurzel Rücksicht genommen und noch nicht auf jene innerhalb der wachsenden Region gelegene Strecke, innerhalb welcher wir die Darwin'sche Krümmung sich vollziehen sehen.

Der Widerspruch, welcher zwischen Kirchner's und unseren Beobachtungen besteht, wird sich vollkommen erklären, wenn ich das Verhalten decapitirter unter Wasser cultivirter Wurzeln werde auseinandergesetzt haben; zum Theile wird dieser Widerspruch schon durch den Umstand erklärt, dass wir weit ausgedehntere Versuchsreihen anstellten als er, und dass wir bei Temperaturen operirten, welche ein viel deutlicheres Hervortreten des Wachsthumsunterschiedes der normalen und amputirten Wurzeln gestatteten, als die Wärmegrade, welche bei seiner Versuchsanstellung herrschten.

Ich muss noch auf einen, sowohl von Kirchner als Krabbe übersehenen, in unserer Streitfrage aber sehr wichtigen Punkt zu sprechen kommen, nämlich auf den verschiedenen Grad der Wachsthumsretardation decapitirter, unter völlig constanten Verhältnissen wachsender Wurzeln der gleichen Art von Keimlingen. Ich spreche hier nur von in feuchten Medien wachsenden Wurzeln; dieselben verhalten sich, wie ich vorgreifend bemerken möchte, ganz anders als constant unter Wasser cultivirte.

Krabbe hat, wie schon bemerkt, wohl auch eine Retardation des Längenswachsthums decapitirter Wurzeln (er operirte mit *Phaseolus multiflorus, Vicia Faba, Pisum sativum*) wahr-

genommen, wundert sich aber, dass die von ihm beobachtete Verminderung des Wachsthums mit der von mir angegebenen nicht übereinstimmt.

Eine zahlenmässige Übereinstimmung der Resultate zweier Beobachter ist in unserer Frage kaum zu erwarten, da eine Reihe theils bekannter, theils bisher unbekannt gebliebener Momente den Grad der Retardation des Längenwachsthums in höchst auffälliger Weise zu beeinflussen vermag.

Die Zahl der Culturvarietäten der von mir und den anderen genannten Experimentatoren benützten Versuchspflanzen ist eine so ausserordentlich grosse, es prägt sich diese Variation auch so sehr in der Wachsthumsweise der Wurzeln aus, in deren Wachsthumsgeschwindigkeit und Reaction gegen Decapitation, dass, wenn zwei Beobachter auf völlig gleiche Weise mit zwei verschiedenen Spielarten einer Species z. B. mit zwei Maisvarietäten arbeiten, die erhaltenen absoluten Werthe für Zuwachs und Retardation der Wurzeln in vielen Fällen sehr weit von einander abweichen werden.

Dass die Individualität der Keimlinge bei den in Rede stehenden Versuchen auf die absoluten Zahlenwerthe einen grossen Einfluss ausübt, habe ich schon erwähnt und ich bemerke nur noch, dass selbst dort, wo aus ein und derselben Aussaat anscheinend vollkommen gleiche Keimlinge ausgewählt wurden, die Zahlen, welche Zuwachs und Retardation beziffern, oft sehr weit auseinandergehen, wie aus folgenden Daten zu ersehen ist.

Von 20 völlig gleich aussehenden, mit gleich langen Wurzeln versehenen Maiskeimlingen einer und derselben Aussaat wuchsen innerhalb 24 Stunden bei 25° C. in feuchtem Sägemehl:

Die intact gebliebenen Wurzeln um 18·5 bis 54 Mm.

Die in einer Strecke von 1 Mm. decapitirten um 12·5 bis 33·5 Mm.[1]

Man sieht also, dass man, um den Einfluss der Individualität zu eliminiren, nur aus ausgedehnten Versuchsreihen brauchbare Resultate ableiten kann und ein Blick auf die mitgetheilten Zahlen

---

[1] Molisch, l. c. p. 364. Die obigen Zahlen sind Zuwächse, welche aus den l. c. angegebenen Längen der wachsenden Wurzeln abgeleitet wurden.

lehrt, wie leicht es möglich ist, bei Anwendung einer beschränkten Zahl von Keimlingen ein Resultat zu erhalten, welches dem von uns ermittelten geradezu entgegengesetzt sei.

Aber selbst abgesehen von der Variation und der Individualität erhält man bei völlig gleich bleibenden äusseren Bedingungen bezüglich der Zuwächse und des Grades der Retardation verschiedene Werthe je nach der Entwicklungsstufe, auf welcher sich die Wurzeln befinden, wie der folgende Paragraph lehren wird.

8. Fortsetzung. Einfluss des Entwicklungszustandes auf den Zuwachs intacter und decapitirter Wurzeln.

Eine grosse Zahl von mit Mais, Erbse und Bohne ausgeführten Versuchsreihen hat ergeben, dass unter sonst gleichen Verhältnissen die Entwicklungsstufe, auf welcher sich die Wurzeln befinden, auf die Grösse der Retardation des Wachsthums der decapitirten[1] Wurzeln einen beträchtlichen Einfluss ausübt: Junge Keimwurzeln zeigen nur eine geringe Retardation, stärker herangewachsene eine beträchtlich stärkere; Wurzeln hingegen, deren Wachsthum sich dem Ende naht, lassen wieder eine Verminderung der Retardation erkennen.

So haben Versuche mit Wurzeln von Mais der gleichen Aussaat folgende Resultate ergeben (bei 19 bis 20·5° C. im dunstgesättigten Raume). Die Mittel sind aus 24 Beobachtungen gezogen. Dauer jedes Versuches sechs Stunden.

a) Wurzeln von 9 bis 10 Mm. Länge wachsen im Mittel:
Decapitirt um 6·1 Mm.; intact um 6·6 Mm.

b) Wurzeln von 28 bis 30 Mm. im Mittel:
Decapitirt um 5·0; intact um 8·4 Mm.

c) Wurzeln von 190 bis 200 Mm. Länge wachsen im Mittel:
Decapitirt um 3·2; intact 3·5 Mm.

---

[1] Wenn im Nachfolgenden von decapitirten Wurzeln die Rede ist und die Grösse des abgeschnittenen Wurzelendes nicht näher beziffert ist, so ist immer eine Decapitation in der Strecke eines Millimeters zu verstehen.

9. Fortsetzung. Wachsthum intacter und decapitirter Wurzeln bei Cultur unter Wasser.

Die Begünstigung der Darwin'schen Krümmung bei Cultur einseitig verletzter Wurzeln unter Wasser legte die Frage nahe, ob nicht decapitirte Wurzeln bei Cultur unter Wasser ein im Vergleiche zu ebenso gehaltenen intacten beschleunigtes Wachsthum zu erkennen geben.

Gleich die ersten Versuchsreihen, welche zur Lösung dieser Frage von Herrn Richard v. Wettstein unternommen wurden, gaben positive Resultate. Durch zahlreiche Wiederholungen der Versuche konnte die Thatsache, dass sich decapitirte Wurzeln unter Wasser stärker als intacte während des Wachsthums verlängern, über jeden Zweifel erhoben werden.

Zur Begründung dieser neuen Thatsache führe ich folgende Versuchsreihen vor.

Die Wurzelspitze wurde stets in einer Länge von 1 Mm. abgetragen. Die Wurzeln der Keimpflanzen und nur diese tauchten während des Versuchs unter Wasser (Hochquellenwasser).

Versuch Nr. 19. ***Zea Mais.*** (Temperatur 22 bis 23·5° C. Länge der Wurzeln im Beginne des Versuchs 20 bis 28 Mm.)

a) decapitirte Wurzeln			*b)* intacte Wurzeln		
		St_{24}[1]			St_{24}
Wurzel Nr.	1	29 Mm.	Wurzel Nr.	1	24 Mm.
„ „	2	37 „	„ „	2	22 „
„ „	3	23 „	„ „	3	25 „
„ „	4	40 „	„ „	4	13 „
„ „	5	36 „	„ „	5	23 „
„ „	6	35 „	„ „	6	21 „
„ „	7	37 „	„ „	7	26 „
„ „	8	30 „	„ „	8	13 „
„ „	9	43 „	„ „	9	24 „
„ „	10	39 „	„ „	10	22 „
„ „	11	37 „	„ „	11	23 „
„ „	12	22 „	„ „	12	29 „
		Mittel 34 Mm. (Z = 240 Proc.)			Mittel 22·1 Mm. (Z = 121 Proc.)

[1] St_{24} bedeutet Streckung der wachsenden Region innerhalb 24 Stunden; für Wurzel Nr. 1 bedeutet St_{24}, dass innerhalb der genannten Zeit die wachsende Region sich von 10 auf 29 Mm. verlängert hat. Z = Zuwachs wurde für die wachsende Region (diese gleich 10 Mm. gesetzt) berechnet.

Versuch Nr. 20. ***Zea Mais.*** (Temperatur 22 bis 23·5° C. Anfangslänge der Wurzeln 24 bis 29 Mm.)

a) decapitirte Wurzeln

	St_{24}
Wurzel Nr. 1	36 Mm.
„ „ 2	30 „
„ „ 3	31·5 „
„ „ 4	29 „
„ „ 5	22·5 „
„ „ 6	40·5 „
„ „ 7	31 „
„ „ 8	34·9 „
Mittel	31·9 Mm.
	($Z = 219$ Proc.).

b) intacte Wurzeln

	St_{24}
Wurzel Nr. 1	26 Mm.
„ „ 2	25 „
„ „ 3	28 „
„ „ 4	29 „
„ „ 5	38 „
„ „ 6	21 „
„ „ 7	27 „
„ „ 8	29 „
Mittel	27·9 Mm.
	($Z = 179$ Proc.).

Versuch Nr. 21. ***Zea Mais.*** (Temperatur 22·5° C.)

a) decapitirte Wurzeln

	A[1]	St_{12}[2]
Wurzel Nr. 1	12 Mm.	15 Mm.
„ „ 2	18 „	33 „
„ „ 3	10 „	25 „
„ „ 4	15 „	30 „
„ „ 5	16 „	31 „
„ „ 6	19 „	32 „
„ „ 7	18 „	28 „
„ „ 8	16 „	29 „
Mittel	15·5 Mm.	27·8 Mm.
		($Z = 178$ Proc.).

b) intacte Wurzeln

	A	St_{12}
Wurzel Nr. 1	15 Mm.	20 Mm.
„ „ 2	17 „	20 „
„ „ 3	17 „	25 „
„ „ 4	13 „	21 „
„ „ 5	16 „	26 „
„ „ 6	11 „	15 „
„ „ 7	16 „	23 „
„ „ 8	18 „	21 „
Mittel	15·3 Mm.	21·3 Mm.
		($Z = 113$ Proc.).

[1] A bedeutet Anfangslänge.

[2] St_{12} d. h. Streckung innerhalb 12 Stunden.

Versuch Nr. 22. ***Zea Mais.*** (Temperatur 23 bis 23·5° C.)

a) decapitirte Wurzeln

		A	St_{24}
Wurzel Nr.	1.....15 Mm.		49 Mm.
„ „	2.....14 „		39 „
„ „	3.....10 „		35 „
„ „	4.....12 „		40 „
„ „	5.....13 „		42 „
„ „	6.....13 „		45 „
„ „	7.....14 „		44 „
„ „	8.....13 „		44 „
	Mittel....13·0 Mm.		41·5 Mm.
			(*Z* = 315 Proc.).

b) intacte Wurzeln

		A	St_{24}
Wurzel Nr.	1.....16 Mm.		42 Mm.
„ „	2.....13 „		34 „
„ „	3.....16 „		32 „
„ „	4.....12 „		36 „
„ „	5.....14 „		29 „
„ „	6.....10 „		34 „
„ „	7.....11 „		33 „
„ „	8.....13 „		17 „
	Mittel....13·1 Mm.		32·1 Mm
			(*Z* = 221 Proc.).

Versuch Nr. 23. ***Pisum sativum.*** (Temperatur 20·5 bis 21° C.)

a) decapitirte Wurzeln

		A	St_{24}
Wurzel Nr.	1.....11 Mm.		33 Mm.
„ „	2..... 9 „		27 „
„ „	3.....10 „		27 „
„ „	4..... 8 „		22 „
„ „	5..... 8 „		28 „
„ „	6.....10 „		28 „
„ „	7.....10 „		31 „
„ „	8..... 8 „		30 „
„ „	9.....11 „		20 „
„ „	10..... 9 „		28 „
	Mittel..... 9·4 Mm.		27·3 Mm.
			(*Z* = 173 Proc.).

b) intacte Wurzeln

		A	St_{24}
Wurzel Nr.	1..... 9	Mm.	28 Mm.
„ „	2.....10	„	26 „
„ „	3..... 8	„	24 „
„ „	4.....11	„	27 „
„ „	5.....10	„	23 „
„ „	6..... 8	„	26 „
„ „	7..... 9	„	27 „
„ „	8.....10	„	24 „
„ „	9.....19	„	25 „
„ „	10..... 9	„	28 „
	Mittel..... 9·4 Mm.		25·8 Mm.

($Z = 158$ Proc.).

Versuch Nr. 24. ***Pisum sativum.*** (Temperatur 21° C.)

a) decapitirte Wurzeln

		A	St_{24}
Wurzel Nr.	1.....11	Mm.	29 Mm.
„ „	2.....10	„	30 „
„ „	3.....12	„	30 „
„ „	4.....14	„	34 „
„ „	5.....17	„	37 „
„ „	6.....10	„	29 „
„ „	7.....17	„	32 „
	Mittel....31·5 Mm.		

($Z = 215$ Proc.).

b) intacte Wurzeln

		A	St_{24}
Wurzel Nr.	1.....14	Mm.	30 Mm.
„ „	2.....14	„	29 „
„ „	3.....14	„	29 „
„ „	4.....15	„	30 „
„ „	5.....12	„	31 „
„ „	6.....11	„	28 „
„ „	7.....14	„	31 „
	Mittel....29·7 Mm.		

($Z = 197$ Proc.).

10. Fortsetzung. Versuche über die Streckung jenes Theils der wachsenden Wurzelregion, in welcher die Darwin'sche Hauptkrümmung sich einstellt.

Es wurde oben (Vers. Nr. 8, S. 10) nachgewiesen, dass die Darwin'sche Hauptkrümmung sich in einer Region vollzieht, welche unterhalb der Zone des maximalen Wachsthums gelegen ist. Da nun in dieser Strecke, und zwar in der über der Wundstelle gelegenen Region die Convexität der Krümmung sich einstellt, so entsteht die Frage, ob nicht die Verwundung der Wurzelspitze eine Beschleunigung im Wachsthum gerade dieser Strecke herbeiführt.

Sollte sich dies herausstellen, so könnte, wie schon angedeutet, selbst zur Erklärung der in feuchten Medien sich vollziehenden Darwin'schen Krümmung verstärktes Wachsthum an der über der Wundstelle gelegenen Region herangezogen werden, obgleich der Totalzuwachs verletzter (decapitirter) Wurzeln unter diesen Verhältnissen — nämlich bei Wachsthum im feuchten Raume — geringer ist als der intact gebliebener.

Die zur Entscheidung dieser Frage eingeleiteten Versuche wurden theils mit im Wasser, theils mit im absolut feuchten Raume cultivirten Maiswurzeln vorgenommen. Es wurde jede Wurzel vor dem Experimente in drei Zonen getheilt; die erste hatte eine Höhe von 1 Mm. und nahm die Spitze in sich auf; die darüber liegende hatte eine Höhe von 2, die dritte eine Höhe von 4 Mm. Da die Darwin'sche Hauptkrümmung (bei Verletzung durch Anschnitt) in der zweiten Zone bei passender Cultur zu erwarten stand, zum mindesten aber in diese Strecke der grössere Theil der genannten Krümmung fallen musste, so war auf das Wachsthum dieser Strecke das Hauptaugenmerk zu lenken.

Ein Theil der zum Versuche genommenen Wurzeln blieb intact, bei dem anderen wurde die unterste millimeterhohe Zone abgeschnitten.

Versuch Nr. 25. ***Zea Mais.*** (Länge der Wurzeln im Beginn des Versuches 8 bis 9 Mm. Cultur der Wurzeln in Wasser bei 19·5 bis 20° C.)

a) intacte Wurzeln

Wurzel Nr. 1	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 6·2 Mm. ($Z = 55\%$)[1]	
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 2·2 Mm. ($Z = 10\%$)	
Wurzel Nr. 2	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 7·2 Mm. ($Z = 80\%$)	
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 2·1 Mm. ($Z = 5\%$)	
Wurzel Nr. 3	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 7·0 Mm. ($Z = 75\%$)	
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 2·3 Mm. ($Z = 15\%$)	

b) decapitirte Wurzeln

Wurzel Nr. 4	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 11·4 Mm. ($Z = 185\%$)	
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 3·2 Mm. ($Z = 60\%$)	
Wurzel Nr. 5	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 8·2 Mm. ($Z = 105\%$)	
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 3·6 Mm. ($Z = 80\%$)	
Wurzel Nr. 6	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 9·4 Mm. ($Z = 135\%$)	
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 8 Stunden auf 3·4 Mm. ($Z = 70\%$)	

Der durchschnittliche Zuwachs betrug mithin bei den intacten Wurzeln in der 2 Mm. hohen Zone 10, in der 4 Mm. hohen 70%; bei den decapitirten in der ersteren 70, in der letzteren 170% oder bei den intacten betrug das Verhältniss des Zuwachses der unteren

[1] Z = Zuwachs (2·2 Mm.) berechnet auf die anfängliche Länge (von 4 Mm.).

(2 Mm. hohen) zur oberen (4 Mm. hohen) Zone 1:7; bei den decapitirten hingegen 1:2; woraus sich ergibt, dass bei in Wasser cultivirten Maiswurzeln jene Zone, in welcher die Darwin'sche Hauptkrümmung sich vollzieht, nach erfolgter Decapitation relativ stärker wächst, d. h. stärker sich streckt, als wenn die Abtragung der Wurzelspitze nicht vorgenommen worden wäre.

Bei mehrfacher Wiederholung dieser Versuche mit Mais und Erbse wurde im Wesentlichen das gleiche Resultat erhalten.

Versuch Nr. 26. ***Zea Mais.*** (Länge der Wurzeln 12 bis 14 Mm. Cultur im dunstgesättigten Raume bei 21 bis 22° C.)

a) intacte Wurzeln

Wurzel Nr. 1	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 7·5 Mm. ($Z = 87\%$)
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 3·0 Mm. ($Z = 50\%$)
Wurzel Nr. 2	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 7·3 Mm. ($Z = 82\%$)
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 2·4 Mm. ($Z = 20\%$)
Wurzel Nr. 3	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 6·8 Mm. ($Z = 70\%$)
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 2·5 Mm. ($Z = 25\%$)
Wurzel Nr. 4	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 7·8 Mm. ($Z = 95\%$)
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 2·25 Mm. ($Z = 12\%$)

b) decapitirte Wurzeln

Wurzel Nr. 5	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 6·0 Mm. ($Z = 50\%$)
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 2·5 Mm. ($Z = 25\%$)

b) decapitirte Wurzeln

Wurzel Nr. 6	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 5·67 Mm. ($Z = 44\%$)
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 3·33 Mm. ($Z = 66\%$)
Wurzel Nr. 7	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 6·75 Mm. ($Z = 68\%$)
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 3·25 Mm. ($Z = 62\%$)
Wurzel Nr. 8	4 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 7·0 Mm. ($Z = 75\%$)
	2 Mm. hohe Zone; wuchs nach 4 Stunden auf 2·5 Mm. ($Z = 25\%$)

Auch diese Versuchsreihe zeigt eine Beschleunigung im Wachsthum jener Zone, in welcher die Darwin'sche Hauptkrümmung einträte, wenn die Wurzel ihrer Spitze beraubt werden würde.

Dass aber bei dieser Versuchsanstellung die Verhältnisse an den einzelnen Wurzeln viel weniger klar als bei der früheren hervortreten, haben weitere Versuche gelehrt.

Es wurden nämlich zahlreiche ähnliche Versuchsreihen durchgeführt, von welchen einzelne wohl ein merklich abweichendes Resultat lieferten, ein nahezu gleiches Wachsthumsverhältniss der correspondirenden Zonen der intacten und decapitirten Wurzeln, oder selbst ein im Vergleiche zu Versuch 23 entgegengesetztes. Wenn man aber aus allen mit einer bestimmten Versuchspflanze angestellten Versuchen den Durchschnitt zieht, so ergibt sich ein mit der Versuchsreihe Nr. 23 im Wesentlichen übereinstimmendes Resultat, so dass man wenigstens mit Wahrscheinlichkeit den Satz aussprechen kann: Bei im dunstgesättigten Raume cultivirten Wurzeln wächst jene Zone, in welcher die Darwin'sche Hauptkrümmung sich vollzieht, nach erfolgter Decapitation relativ stark, d. h. sie streckt sich stärker, als wenn die Wurzel unverletzt geblieben wäre.

Ferner: Obgleich im feuchten Raume wachsende decapitirte Wurzeln einen geringeren Totalzuwachs aufweisen als intact gebliebene, wächst doch bei

ersteren eine unterhalb der maximalen Zuwachszone gelegene, an die Spitze angrenzende Zone stärker als die correspondirende Zone intact gebliebener Wurzeln.

11. Fortsetzung. Einfluss des Mediums auf das Längenwachsthum intacter und decapitirter Wurzeln.

Die Versuche, auf welche ich mich oben (p. 240) bezog, ferner die Versuchsreihen Nr. 17 bis 24 haben zu folgenden Resultaten geführt: in feuchten Medien (im dampfgesättigten Raume, aber auch im feuchten Sägemehl, feuchter Erde) wachsen die decapitirten Wurzeln weniger stark als die intacten, im Wasser hingegen die ersteren stärker als die letzteren.

Der Versuch Nr. 25 zeigt, dass die Beschleunigung des Längenwachsthums unter Wasser cultivirter decapitirter Wurzeln nicht in gleichem Grade alle Zonen der wachsenden Region trifft, sondern, dass die über der Wurzelspitze gelegene Region, diejenige nämlich, in welcher sich die Darwin'sche Krümmung vollzieht, relativ am meisten gestreckt wird. Trotz der Retardation des Wachsthums der im feuchten Raume cultivirten decapitirten Wurzeln ist auch hier eine partielle Beschleunigung, wenn auch mit einer weniger grossen Sicherheit wahrzunehmen und zwar in derselben Zone, welche bei den unter Wasser cultivirten relativ beschleunigt wächst. (Vers. Nr. 26.)

Die Entfernung der Wurzelspitze ruft also in der an dieselbe angrenzenden Region eine Veränderung hervor, die sich zunächst in einer relativ starken Dehnung dieser Partie zu erkennen gibt. Diese Veränderung darf wohl als eine pathologische angesehen werden. Auf welchen in der verletzten Wurzel stattfindenden Vorgängen dieses Verhalten beruht, soll im nächsten Paragraphe erörtert werden, hier möge nur geprüft werden, welchen Täuschungen der Beobachter bei Beurtheilung der Wachsthumsgrösse decapitirter Wurzeln ausgesetzt ist, wenn er nicht auf die Qualität des Mediums Rücksicht nimmt.

Cultivirt man intacte und decapitirte Wurzeln im absolut feuchten Raume und überfluthet man dieselben zeitweilig mit Wasser, wie dies von Sachs[1] empfohlen wurde und für viele Versuche gewiss auch sehr empfehlenswerth ist, so gelangt man bezüglich der Wachsthumsfähigkeit solcher Wurzeln zu ganz unklaren Resultaten, da nämlich decapitirte Wurzeln, so lange sie sich im absolut feuchten Raume befinden, weniger stark als die intacten wachsen, hingegen eine Beschleunigung erfahren werden, wenn ihnen tropfbares Wasser geboten wird. Bei dieser Versuchsanstellung, die aber mit Rücksicht auf die gestellte Frage als eine verfehlte zu betrachten ist, kann sehr leicht die im feuchten Raume sich einstellende Retardation des Längenwachsthums dem Beobachter entgehen.

Eine andere Fehlerquelle kann durch den Gang der Temperatur während der Versuchsanstellung sich ergeben. Wenn die Keimlinge sich im dunstgesättigten Raume befinden und die Temperatur während des Versuchs sinkt, so wird ein Theil des Wasserdampfes sich in Tropfenform auf die Wurzeln niederschlagen und eine Beschleunigung des Wachsthums der decapitirten Wurzeln herbeiführen, was aber nicht eintreten wird, wenn der Versuch bei constanter oder steigender Temperatur verläuft. Es ist also zur Entscheidung der Frage über das Längenwachsthum intacter und decapitirter Wurzeln gar nicht gleichgiltig, ob bei Cultur der Wurzeln im feuchten Raume steigende oder fallende Temperatur herrscht.

Cultivirt man die Versuchspflänzchen in feuchten Medien (Sägemehl, feuchter Erde), so wird man, um ein reines Resultat zu erhalten, darauf bedacht sein müssen, den Zutritt tropfbaren Wassers zu den Wurzeln zu verhindern. Desshalb wurden bei den diesbezüglichen von uns ausgeführten Versuchen die betreffenden Medien nur mässig befeuchtet, die Wurzeln der Keimlinge kamen erst dann in das Sägemehl oder in die Erde, nachdem alles Wasser absorbirt wurde und, um vollkommen sicher zu gehen, wurden bei unseren Culturen die Wurzeln nicht direct in das Substrat eingeführt, sondern in vorher mit einem dünnen Holzstabe ein-

[1] Arbeiten des bot. Inst. zu Würzburg, Bd. I, p. 411 und 412.

gebohrte verticale Canäle gebracht, so dass die Wurzeln, bevor sie mit dem feuchten Medium in Berührung kamen, sich noch durch einige Zeit im dunstgesättigten Raum befanden.[1] Unsere Aussaaten wurden stets vor Verdunstung geschützt, so dass im Verlauf des ganzen Versuches das Medium fast vollkommen gleichmässig feucht blieb und ein neuerliches Begiessen, welches nur störend gewirkt hätte, unnöthig war.

All' diese Vorsichten blieben seitens der anderen Beobachter unberücksichtigt und man darf sich desshalb nicht wundern, dass deren Resultate von den unseren abweichen.

Während wir bei möglichst constanter Temperatur operirten,[2] liess Kirchner seinen Keimlingen in dieser Beziehung einen viel grösseren Spielraum. Schon die erste von ihm mitgetheilte Versuchsreihe[3] lief bei einer Temperatur von 14—23° C. ab; der Verfasser hat nicht angegeben, ob er bei steigender, fallender oder unregelmässig wechselnder Temperatur arbeitete, und doch ist nach meiner obigen Darlegung dies für das Resultat nicht gleichgiltig. Die meisten seiner übrigen Versuche verliefen bei 14—19°C.; kein einziger bei nahezu constanter Temperatur.

Während wir bei Cultur in feuchten Medien (Sägemehl, Erde) den directen Zutritt tropfbaren Wassers vermieden, hat Kirchner die Wurzeln seiner Versuchspflänzchen gar nicht vor Zufuhr tropfbaren Wassers bewahrt; im Gegentheile seine sich mehrfach wiederholende Angabe, dass er mit nassem[4] Sägemehl operirte, lässt annehmen, dass den Keimlingen reichlich tropfbares Wasser vom Substrate zufloss.

Die hier nur angedeuteten Unvollkommenheiten der von Kirchner unternommenen Versuche, die unvollständige Eli-

---

[1] Vergl. hierüber Molisch, l. c. p. 364.

[2] Es war dies schon bei unseren älteren im „Bewegungsvermögen" veröffentlichten Untersuchungen der Fall; später, als wir den Einfluss der Temperatur auf das Wurzelwachsthum näher kennen lernten, wurde auf dieses Moment noch grössere Aufmerksamkeit gelenkt, wie aus den hier mitgetheilten Versuchen, aber auch aus der von Molisch publicirten, eben citirten Arbeit hervorgeht.

[3] L. c. pag. 17.

[4] Vergl. oben pag. 18.

minirung der Individualität bei seinen Experimenten in Folge zu kleiner Beobachtungsreihen, erklären wohl zur Genüge die Nichtübereinstimmung seiner und unserer Resultate. [1]

Nach den gegebenen Auseinandersetzungen kann der schon oben[2] berührte Widerspruch zwischen Krabbe's und meinen Beobachtungen nicht befremden. Da indess Krabbe gar keine Beobachtungen mittheilt, die angewendete Methode nicht beschreibt, ja nicht einmal erwähnt, welcher Art das Medium war, in welchem seine Keimlinge wurzelten, so entziehen sich seine Behauptungen jeder Kritik.

Überblickt man all' die Momente, welche für das Längenwachsthum decapitirter Wurzeln massgebend sind, so wird man wohl zur Überzeugung gelangen, dass diejenigen, welche sich ausser mir und meinen Mitarbeitern mit dieser Frage beschäftigten, die Sache zu leicht nahmen, und dass die von Krabbe[3] geäusserte Meinung, „es sei zu verwundern, dass man in dieser Frage noch über das Thatsächliche uneinig sei, da die in dieser Angelegenheit erforderlichen Experimente gerade nicht zu den schwierigsten der experimentellen Pflanzenphysiologie gehören", auf sehr oberflächlicher Kenntniss des Gegenstandes beruht.

---

[1] Kirchner hat neuerdings, ohne auch nur durch eine einzige neue Beobachtung seine früheren spärlichen und mangelhaften Versuche zu ergänzen, den Versuch gemacht, die überaus sorgfältigen und ausgedehnten von Molisch erhaltenen Untersuchungen als unrichtig hinzustellen. (Ber. der deutschen bot. Ges. Bd. I, pag. 540). Kirchner beruft sich dabei neuerdings auf Ciesielski, Sachs und Darwin. Ich habe aber schon oben gesagt, dass Sachs nur mit zwei Wurzeln operirte und Darwin gar keine messenden Versuche über den fraglichen Gegenstand angestellt hat. Was aber den Hinweis auf Ciesielski anlangt, so finde ich in der ganzen Abhandlung desselben (Untersuch. über die Abwärtskrümmung der Wurzel, in Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen, Bd. I) nur eine auf unsere Frage bezugnehmende Stelle (pag. 21), welche besagt, dass eine ihrer Spitze beraubte Wurzel weiter wächst. Um wie viel, ist nirgends gesagt. Über Kirchner's letztgenannte Schrift wird sich Jedermann leicht ein Urtheil bilden können; ich erachte mich desshalb der Mühe überhoben, jenen unwürdigen Angriff abzuwehren, den er direct gegen Molisch und indirect gegen mich unternommen hat.

[2] Siehe oben pag. 240.

[3] L. c. pag. 226.

12. Plasmolytische mit intacten und decapitirten Wurzeln angestellte Versuche.

Da ich bei Wurzeln, welche eben deutliche Darwin'sche Krümmung angenommen hatten, nach Vornahme der Plasmolyse fand, dass die Krümmung entweder nicht ausgeglichen oder geradezu verstärkt wird und letzteres Verhalten durch eine geringere Elasticität der an der convexen Seite der Darwin'schen Hauptkrümmung gelegenen Gewebe am einfachsten zu erklären ist, so kam ich auf den Gedanken, durch Plasmolyse zu prüfen, ob die sich streckenden Partien intacter und decapitirter Wurzeln in den Elasticitätsverhältnissen differiren.

Dass ich die Versuche vor Allem mit unter Wasser cultivirten Wurzeln anstellte, wird man wohl begreiflich finden, da gerade solche Wurzeln, wie wir gesehen haben, die Darwin'sche Krümmung auffallend hervortreten lassen.

Die Plasmolyse wird, wie bekannt, gewöhnlich angewendet, um die Grösse des Turgors eines Organes oder Gewebes zu bestimmen.

Werden die Zellwände durch den Druck der Zellflüssigkeit gespannt, so vergrössert sich das Volum der Zellen; letzteres kann aber durch Plasmolyse nur dann wieder verringert werden, wenn die Zellwände genügend elastisch sind. Sind sie es nicht, sind sie ductil, so kann begreiflicher Weise durch Plasmolyse das Zellenvolum nicht verringert und mithin die Turgorgrösse nicht bestimmt werden.

Man wird nun, wie leicht einzusehen, unter der Annahme eines bestimmten Turgors aus der plasmolytischen Verkürzung eines Organes auch einen Schluss auf den Grad der Elasticität der Zellwände ziehen können.[1]

In allen nachfolgenden Versuchen wurde zur Plasmolyse eine zehnprocentige Kochsalzlösung benützt.

---

[1] Leider konnte ich keinen andern Weg finden, die Elasticität der Wurzeln (wachsende Enden derselben) zu prüfen; alle Versuche, auf directem Wege diese Eigenschaft zu prüfen, schlugen fehl.

Versuch Nr. 27. ***Zea Mais.*** (Cultur im Wasser bei 23 bis 23·5° C.)

a) decapitirte Wurzeln

	A		St_{12}		P[1]	
Wurzel Nr. 1	12	Mm.	15	Mm.	13	Mm.
2	18	„	33	„	31	„
3	10	„	25	„	22	„
4	15	„	30	„	27	„
5	16	„	31	„	29	„
6	19	„	32	„	31	„
7	18	„	28	„	26	„
8	16	„	29	„	27	„
Mittel	15·5	Mm.	27·8	Mm.	25·7	Mm.

Diese acht Wurzeln wuchsen in 12 Stunden im Durchschnitte um 79·3 Procent und verkürzten sich bei der Plasmolyse um 7·5 Procent.

Die procentische Berechnung der Streckung ist auf die durchschnittliche Anfangslänge, die procentische Berechnung der plasmolytischen Verkürzung auf die nach 12 Stunden erreichte durchschnittliche Länge der Wurzeln berechnet.

b) intacte Wurzeln

	A		St_{12}		P	
Wurzel Nr. 1	15	Mm.	20	Mm.	16	Mm.
2	17	„	20	„	18	„
3	17	„	25	„	22	„
4	13	„	21	„	19	„
5	16	„	26	„	23	„
6	11	„	15	„	13	„
7	16	„	23	„	20	„
8	18	„	21	„	18	„
Mittel	15·3	Mm.	21·3	Mm.	18·6	Mm.

[1] A bedeutet anfängliche Länge, St_{12} Länge nach 12 Stunden, P Länge nach erfolgter Plasmolyse.

Diese acht Wurzeln wuchsen in zwölf Stunden im Durchschnitt um 39·2 Procent und verkürzten sich hierauf bei der Plasmolyse um 12·7 Procent (procentische Berechnung wie bei *a*).

Versuch Nr. 28. ***Zea Mais.*** (Cultur im Wasser bei 22·5 bis 23° C.)

a) decapitirte Wurzeln

	A		St_{24}		P	
Wurzel Nr. 1	15	Mm.	49	Mm.	46	Mm.
2	14	„	33	„	29	„
3	10	„	35	„	32	„
4	12	„	40	„	36	„
5	13	„	42	„	40	„
6	13	„	45	„	42	„
7	14	„	44	„	42	„
8	13	„	44	„	41	„
Mittel	13·0	Mm.	41·5	Mm.	38·5	Mm.

Die Verlängerung beträgt 219·2, die plasmolytische Verkürzung 7·2 Procent.

b) intacte Wurzeln

	A		St_{24}		P	
Wurzel Nr. 1	16	Mm.	42	Mm.	40	Mm.
2	13	„	34	„	31	„
3	16	„	32	„	30	„
4	12	„	36	„	34	„
5	14	„	29	„	27	„
6	10	„	34	„	31	„
7	11	„	33	„	31	„
8	13	„	17	„	14	„
Mittel	13·1	Mm.	32·1	Mm.	29·7	Mm.

Mithin Verlängerung 145, Verkürzung 7·4 Procent.

Versuch Nr. 29. ***Zea Mais.*** (Cultur im Wasser bei 22 bis 23·5° C. Länge der Wurzeln im Beginne des Versuches 20 bis 28 Mm.)

a) decapitirte Wurzeln

	St'_{24}		P	
Wurzel Nr. 1	29	Mm.	27	Mm.
2	37	„	35	„
3	23	„	21·5	„
4	40	„	38	„
5	36	„	33	„
6	35	„	32	„
7	37	„	34	„
8	30	„	29	„
9	43	„	40·5	„
10	39	„	36	„
11	37	„	34	„
12	22	„	20·5	„
Mittel	34	Mm.	31·7	Mm.

Die Verlängerung betrug, auf die anfängliche Länge der wachsenden Region (= 10 Mm.) bezogen, 240, die plasmolytische Verkürzung 6·7 Procent.

St'_{24} bedeutet hier und in den folgenden Reihen die Zunahme der sich streckenden Region, welche in allen Fällen gleich 10 Mm. gesetzt wurde, was dem thatsächlichen Verhältnisse nahezu entspricht.

b) intacte Wurzeln

	St'_{24}		P	
Wurzel Nr. 1	24	Mm.	21	Mm.
2	22	„	18	„
3	25	„	21	„
4	13	„	10	„
5	23	„	20	„
6	21	„	19	„
7	26	„	23	„
8	13	„	11	„
9	24	„	21	„
10	22	„	19·5	„
11	23	„	21	„
12	29	„	27·5	„
Mittel	22·1	Mm.	19·3	Mm.

Mithin Verlängerung 121, Verkürzung 12·6 Procent. (Berechnung wie bei *a*; das Gleiche gilt auch für die nächsten Versuche.)

Versuch Nr. 30. ***Zea Mais.*** (Cultur im Wasser bei 23·5° C. Länge der Wurzeln im Beginne des Versuchs 23 bis 30 Mm.)

a) decapitirte Wurzeln

Wurzel Nr.	St'_{24}		P	
1	36	Mm.	33·5	Mm.
2	30	„	28	„
3	31·5	„	29	„
4	29	„	27	„
5	22·5	„	21	„
6	40·5	„	37	„
7	31	„	29	„
8	34·5	„	32	„
Mittel	31·9	Mm.	29·6	Mm.

Mithin Verlängerung 219, Verkürzung 7·3 Procent.

b) intacte Wurzeln.

Wurzel Nr.	St'_{24}		P	
1	26	Mm.	24	Mm.
2	25	„	22	„
3	28	„	26	„
4	29	„	27	„
5	38	„	35	„
6	21	„	19	„
7	27	„	25	„
8	29	„	26·5	„
Mittel	27·9	Mm.	25·6	Mm.

Mithin Verlängerung 179, Verkürzung 8·2 Procent.

Aus diesen und mehreren anderen Versuchen, welche ich, um nicht zu ermüden, übergehe, ergibt sich, dass decapitirte und unter Wasser cultivirte Wurzeln sich, nachdem sie eine ansehnliche Strecke unter diesen Verhältnissen wuchsen, nach erfolgter Plasmolyse weniger zusam-

menziehen als unter den gleichen Bedingungen gehaltene intacte Wurzeln.

Da die mikroskopische Untersuchung[1] der plasmolytischen Wurzeln sowohl bei den decapitirten, als bei den intact gebliebenen eine gleichmässige Contraction des Primordialschlauches nachwies, so kann die ungleiche Zusammenziehung der Wurzeln nur auf ungleiche Beschaffenheit der Wand zurückgeführt werden, und da sich die decapitirten Wurzeln weniger zusammenziehen als die intacten, so ergibt sich, dass die Zellwände der ersteren weniger elastisch sind als die der letzteren.

Dieser Unterschied in den Elasticitätsverhältnissen intacter und decapitirter Wurzeln kann in zweierlei Ursachen begründet sein, wie die nachfolgende Betrachtung lehren wird.

Es ist bekannt, dass die Meristeme und die unmittelbar aus diesen sich entwickelnden Dauergewebe weich, fast plastisch und ductil, also nur im geringen Grade elastisch sind. In weiteren Entwicklungsstadien, zur Zeit der grossen Turgordehnung, setzen die Zellwände dieser Gewebe der Dehnung schon einen grösseren Widerstand entgegen und erreichen einen hohen Grad von Elasticität. Später aber, wenn das Intussusceptionswachsthum beendigt ist und damit das Wachsthum aufhört, zeigt sich deren Elasticität wieder vermindert.

Es kann also die Ursache der verminderten Elasticität decapitirter Wurzeln entweder darin liegen, dass die Zellwände gewissermassen relativ lange in dem Jugendstadium verharren, nämlich ihre Ductilität länger als die intacter bewahren, oder darin, dass die Intussusception sehr frühzeitig die durch den Turgor erreichte Dehnung der Zellwände fixirt.

Da nun die decapitirten Wurzeln, wie wir gesehen haben, nicht in der normalen Zone des stärksten Wachsthums, sondern in der an die Wurzelspitze angrenzenden jüngeren Partie eine

[1] Auch die mikroskopische Untersuchung lehrte, dass die über der Wurzelspitze gelegene Strecke decapitirter Wurzeln bei weiterem Wachsthume eine grössere Dehnung erfährt, als die correspondirenden Partien intact gebliebener, indem die Zellen der ersteren stärker in die Länge gestreckt sind als die letzteren, was sich begreiflicher Weise bei den unter Wasser cultivirten viel klarer als bei den im feuchten Raume cultivirten ausprägt.

übermässige Dehnung erleiden und da sich weiter herausgestellt hat, dass bei der Plasmolyse diese letztgenannten Partien die relativ schwächste Zusammenziehung erfahren, so kann nicht daran gezweifelt werden, dass decapitirte unter Wasser wachsende Wurzeln im Ganzen ductiler sind als die intacten, und dass es die an die Wurzelspitze angrenzende jugendliche, aber schon stark turgescente, relativ stark entwickelte Zone ist, welche eine im Vergleiche zu der correspondirenden Zone intacter Wurzeln vermehrte Ductilität aufweist.

Es wäre nun weiter zu prüfen, ob im dunstgesättigten Raume cultivirte, decapitirte Wurzeln im plasmolytischen Verhalten mit decapitirten, in Wasser gezogenen übereinstimmen.

Eine grosse Zahl von auf diese Frage bezugnehmenden, mit grösster Genauigkeit ausgeführten Versuchen hat leider zu keinem klaren Ergebnis geführt. Das Verhalten der decapitirten Wurzeln war im Vergleiche zu dem der intacten ein schwankendes. Das Mittel, aus allen Werthen ergab, dass die decapitirten sich etwas weniger bei der Plasmolyse zusammenziehen, als die intact gebliebenen, so dass eben nur mit Wahrscheinlichkeit der oben bezüglich der in Wasser cultivirten Wurzeln ausgesprochene Satz sich auch auf die im feuchten Raume gezogenen anwenden lässt.

Bei der Discussion der Resultate wird sich ergeben, warum die im feuchten Raume cultivirten Wurzeln die Erscheinung der Ductilität der Endzone nicht mit derselben Deutlichkeit wie die unter Wasser gewachsenen zu erkennen geben.

13. Versuch einer Erklärung der Darwin'schen Krümmung.

Ehe ich daran gehe, aus den im Vorhergegangenen mitgetheilten Thatsachen meine Vorstellung über das Zustandekommen der Darwin'schen Krümmung abzuleiten, dürfte es zweckmässig sein, vorerst jene Ansichten vorzuführen und zu prüfen, welche über diese Erscheinung bis jetzt geäussert wurden.

Darwin, der Entdecker der in Rede stehenden Wurzelkrümmung, betrachtet dieselbe als die Folge eines Reizes, welcher ähnlich wie er dies bezüglich des Geotropismus ausgesprochen

hat, von der als allein reizempfänglich hingestellten Spitze ausgeht und auf die wachsende Region übertragen wird, wo in Folge der Reizauslösung das verstärkte Wachsthum stattfinden soll.

Weder die Qualität noch die Aufnahme des Reizes, noch die Fortleitung desselben wurde von Darwin bewiesen. Die entwickelte Ansicht kann desshalb nur den Werth einer noch unerwiesenen Hypothese beanspruchen.

Diese Hypothese hat mit Rücksicht auf jene wichtigen Fälle, in denen die Krümmung durch einseitige Entfernung der Wurzelspitze hervorgerufen wird, auch ihre bedenkliche Seite. Man kann wohl annehmen, dass durch einseitigen, auf die Wurzelspitze ausgeübten Druck von der angegriffenen Seite aus ein Reiz ausgehe; nicht aber von einem Theil der Wurzelspitze, der abgetragen wurde. Nicht mit Unrecht sagt deshalb Detlefsen[1] gelegentlich der Kritik der Darwin'schen Hypothese über das Zustandekommen der genanten Krümmung: „wie kann von einer Reizung der Wurzelspitze noch die Rede sein, wenn überhaupt keine Wurzelspitze mehr vorhanden ist".

Man könnte freilich der Darwin'schen Hypothese in diesem und ähnlichen Fällen, wenn nämlich eine starke einseitige Verletzung oder einseitige Tödtung der Wurzelspitze stattgefunden hat, die Deutung geben, dass an der verletzten oder abgestorbenen Seite der Wurzelspitze chemische Individuen, etwa Zersetzungsproducte der Eiweisskörper, entstehen, welche einen chemischen Reiz auf die benachbarten, noch lebenden Gewebspartien übertragen und schliesslich die einseitige Förderung des Wachsthums in der über der Wundstelle gelegenen Partie verursachen. Wie dem indess auch sei, eine mechanische Erklärung des Phänomens liegt in der Darwin'schen Hypothese nicht und lässt sich aus derselben nicht ableiten.

In meinem Buche über das Bewegungsvermögen habe ich nicht den Versuch gemacht, die Darwin'sche Krümmung mechanisch zu erklären, sondern sprach mich nur dahin aus, dass ein durch Verletzung hervorgerufenes vermehrtes Wachsthum, wie es bei

---

[1] Über die von Darwin behauptete Gehirnfunction der Wurzelspitze, in Sachs' Arbeiten des bot. Institutes zu Würzburg. Bd. II, pag. 643.

dieser Erscheinung vorliegt, mit den Erfahrungen über die Weiterentwicklung verletzter Organe nicht im Widerspruche steht.

Detlefsen versuchte die Darwin'sche Wurzelkrümmung folgendermassen zu erklären. Er sagt:[1] „Bekanntlich umschliesst die Wurzelhaube eine ziemlich lange Strecke der Wurzelspitze; bei einer kräftigen *Faba*-Wurzel zum Beispiele fand ich sie 5·5 Mm. weit im festen Zusammenhang mit dem umliegenden Gewebe. Zwischen der Wurzelhaube und dem inneren Gewebe besteht eine ziemlich bedeutende Gewebespannung, der Art, dass diese Gewebe in ihrem Ausdehnungsstreben durch die Wurzelhaube gehemmt werden, die Wurzelhaube selbst also durch dieselbe gedehnt ist, darauf weist schon die grosse Steifheit der Wurzelspitzen hin. Die geringe Dehnbarkeit der Wurzelhaube macht es erklärlich, warum nur ein geringes, kaum merkbares Auseinanderklaffen der beiden Hälften der Wurzelhaube stattfindet, wenn man die Spitze einer dicken, in Wasser liegenden Wurzel durch einen medianen Längsschnitt spaltet. Wird ein Theil der Wurzel auf einer Seite getödtet oder stark beschädigt, so setzt derselbe der Ausdehnung der inneren Gewebe nur noch einen geringen Widerstand entgegen, und es ist klar, dass diese einseitige Verminderung der Gewebespannung auf der ganzen, von der Wurzelhaube eingeschlossenen Partie und selbst noch ein Stückchen oberhalb derselben ein vermehrtes Längenwachsthum zur Folge hat.

Wenn diese Erklärung richtig ist, müssen auch Verletzungen, angebracht an eine Stelle, die oberhalb der Wurzelspitze liegt, doch noch von der Wurzelhaube bedeckt sind, dieselben Krümmungen hervorrufen.....“

Im Wesentlichen wird also die durch die Verletzung geänderte, im Bereiche der Vegetationsspitze herrschende Gewebespannung als Ursache der Darwin'schen Krümmung hingestellt. Dass ein Meristem, noch dazu ein so jugendliches, wie das der Wurzelvegetationsspitze gegenüber der Wurzelhaube stark gespannt sein sollte, ist von vorneherein sehr unwahrscheinlich und ein Blick auf einen Längschnitt einer Wurzel (z. B. der Maiswurzel)[2] zeigt augenscheinlich, wie ausserordentlich

[1] L. c. pag. 673.

[2] Vergl. z. B. die Abbildungen in Sachs, Lehrb. 3. Aufl. pag. 146 oder Wiesner, Elemente der Anat. u. Physiol. der Pflanzen, pag. 141.

gering im günstigsten Falle die Gewebespannung zwischen diesen beiden Geweben sein kann. Die Vegetationsspitze der Maiswurzel wird rundum bloss in einer Strecke von 0·4 Mm. von einer an sich schon schmalen nach oben sich sehr stark verjüngenden Zone der Wurzelhaube umkleidet, welche theilweise schon im Zerfalle begriffen ist, und die auf das umschlossene Gewebe nur einen höchst minimalen Druck ausüben kann. Dieser Druck soll nun durch „Tödtung oder Beschädigung" der Wurzelspitze beseitigt werden. Selbst wenn man an einer Seite die Wurzelhaube vollständig abträgt, so ist nicht die mindeste Ausdehnung des Gewebes an der von der Wurzelhaube befreiten Stelle wahrzunehmen. Wie aber einseitige Belegung der Wurzelhaube mit einem Schellacktröpfchen, welches ja sehr starke Darwin'sche Krümmung hervorruft und dabei erstarrt, den Widerstand verringern soll, welcher der Ausdehnung des Gewebes der Wurzelspitze in Folge der Bedeckung mit der normalen Wurzelhaube entgegenstand, wäre nicht einzusehen; eher müsste man das Gegentheil annehmen.

Schneidet man von der Wurzelvegetationsspitze eines Mais- oder Bohnenkeimlings *(Phaseolus multiflorus)* ein Scheibchen ab, wie dies zu machen wäre, wenn Darwin'sche Krümmung eingeleitet werden sollte, so findet man, dass die verletzte Partie ihre Gestalt entweder gar nicht ändert, oder sogar nach einigen Minuten concav wird. Nach Detlefsen müsste die freigelegte Stelle convex werden. Dass bei unseren Beobachtungen in einzelnen Fällen eine schwache Concavität constatirt wurde, ist offenbar auf eine Verletzung der Zellen des Vegetationskegels zurückzuführen, welche durch den Anschnitt ihren — an sich geringen — Turgor einbüssten.

Es ist also an der Vegetationsspitze der Wurzeln keine Gewebespannung zwischen dem Meristem und der Haube zu constatiren.

Aber selbst wenn eine solche vorhanden wäre, so könnte sie das Eintreten der Darwin'schen Krümmung noch nicht erklären. Da die Krümmung sich viel später als die angebliche Aufhebung der Gewebespannung einstellt, so könnte die erstere nur als eine mittelbare Folge der letzteren angesehen werden. Dass aber die Ausdehnung eines im Druck gespannt gewesenen

Gewebes nach Aufhebung des Druckes dessen Wachsthum begünstige, ist für den speciellen vorliegenden Fall von Detlefsen nicht bewiesen worden und ist aus unseren anderweitigen Kenntnissen nicht abzuleiten. Eher dürfte man annehmen, dass die plötzliche Ausdehnung des Gewebes den Turgor der einzelnen Zellen und damit die Wachsthumsfähigkeit derselben herabsetzen müsste.

Die von Detlefsen gegebene Erklärung der Darwin'schen Krümmung lässt sich mithin nicht aufrecht erhalten. Auch steht dieselbe im Widerspruch mit folgender Thatsache. Wenn man Wurzelspitzen einseitig ihrer Haube entkleidet ohne Verletzung des unterliegenden Meristems, so tritt gar keine Darwin'sche Krümmung ein; nur die Verletzung oder partielle Abtragung des Meristems der Vegetationsspitze ruft die Krümmung hervor. Und doch sollte — wenn Detlefsen's Erklärung richtig wäre — gerade bei dieser Behandlung der Wurzel die Darwin'sche Krümmung am vollkommensten zu Stande kommen.

Es ist nicht leicht, die Wurzelhaube einseitig und ohne Verletzung der Nachbargewebe abzutragen. Doch gelingt es bei einiger Geschicklichkeit und viel Geduld, mittelst des Messers eine Seite der Vegetationsspitze ohne Beschädigung der letzteren freizulegen. Durch die mikroskopische Prüfung des abgetragenen Stückes lässt sich entscheiden, ob dies gelungen ist oder nicht.

Andere Erklärungen der Darwin'schen Krümmung als die hier vorgeführten, sind mir nicht bekannt geworden.

Ich gehe nun daran, unter Zugrundelegung der oben mitgetheilten neuen Thatsachen meine auf die Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung abzielende Vorstellung zu entwickeln.

Es ist oben gezeigt worden, dass die Darwin'sche Hauptkrümmung — und mit dieser wollen wir uns zunächst beschäftigen — sich am raschesten und energischesten vollzieht, wenn die einseitig verletzte Wurzel sich zur Zeit des Eintrittes der Krümmung unter Wasser befindet. Es werden dementsprechend jene mechanischen Veränderungen, welche die genannte Krümmung begründen, sich voraussichtlich am deutlichsten an Wurzeln nachweisen lassen, welche unter Wasser wuchsen.

Wenn eine decapitirte Wurzel unter Wasser cultivirt wird, so wächst sie, oder, unverfänglicher gesagt, verlängert sie sich

stärker als eine intact gebliebene unter den gleichen Verhältnissen gehaltene. (S. oben p. 252.) Die Verletzung befördert also die Verlängerung. Wenn ich nun an einer Wurzel die Spitze einseitig abtrage und finde, dass sie bei Cultur unter Wasser an der über der Wundstelle gelegenen Stelle eine convexe Krümmung annimmt, so darf ich wohl mit Rücksicht auf das Verhalten decapitirter, unter Wasser gehaltener Wurzeln sagen, dass die Verletzung der Wurzelspitze in der über der Wundstelle gelegenen Region Veränderungen hervorgerufen haben, welche zur einseitigen Verlängerung der Wurzel und damit zum Convexwerden der Wundseite führen mussten.

Die Veränderung, welche in decapitirten Wurzeln die Verlängerung, an einseitig verletzten Wurzeln die Krümmung hervorruft, haben wir oben bereits kennen gelernt; es ist dies die nach der Verletzung sich einstellende starke Ductilität der Zellwände in jener Gewebsregion, in welcher die Darwin'sche Krümmung sich vollzieht. Die Zellwände setzen in diesem Zustande dem Drucke der Zellflüssigkeit einen geringern Widerstand entgegen als unter normalen Verhältnissen und so kann selbst ein relativ geringer Turgor eine starke Dehnung der Zellwände und damit eine starke Verlängerung der betreffenden Wurzelstrecke hervorrufen. Liegt die Schnittfläche, durch welche die Spitze abgetragen wurde, quer, so wird die Wurzel sich einfach verlängern müssen; ist hingegen die Wunde einseitig angebracht worden, so kann die Dehnung der betreffenden Strecke nur zu einer Krümmung führen, welche ihre Convexität an der Seite hat, an welcher sich die Wunde befindet.

Damit erklärt sich wohl die unter Wasser eintretende Darwin'sche Krümmung in naturgemässer Weise.

Weniger leicht scheint es, die gewonnene Thatsache zur Erklärung der in feuchter Luft sich einstellenden Darwin'schen Hauptkrümmung heranzuziehen.

Wohl zeigen decapitirte in dunstgesättigtem Raume cultivirte Wurzeln im Vergleiche zu intact gebliebenen keine Überverlängerung, wenn nämlich bloss die Totalzuwüchse verglichen werden; nimmt man aber Rücksicht auf jene Strecke, in welcher wir die Darwin'sche Krümmung sich vollziehen sehen, wenn diese nämlich rasch und stark sich einstellt und die Krümmungszone

sich leicht ermitteln lässt, so sieht man nach einem aus einer grossen Zahl von Beobachtungen gewonnenen Durchschnitt, dass diese Strecke bei decapitirten thatsächlich verlängert erscheint im Vergleiche zu der intact gebliebener.

So weit stimmt also das zur Erklärung der Darwin'schen Hauptkrümmung herangezogene Verhalten decapitirter unter Wasser cultivirter Wurzeln mit dem decapitirten in dunstgesättigtem Raum gehaltener überein. Während aber die ersteren nach Ausweis der plasmolytischen Prüfung in unzweideutigster Weise jene relativ geringe Verkürzung der Zone, in welcher die Darwin'sche Hauptkrümmung sich einstellt, erkennen lassen, eine Verkürzung, aus der wir die grosse Ductilität der Zellwände dieser Zone abgeleitet haben, lässt sich diese Eigenschaft an den correspondirenden Geweben der im feuchten Raume gezogenen decapitirten Wurzeln nicht mit gleicher Sicherheit ableiten. (Vergl. pag. 262.) Indess erklärt sich das abweichende Verhalten der im feuchten Raume gehaltenen gegenüber den unter Wasser cultivirten decapitirten Wurzeln durch den Umstand, dass den erstern viel, den letzteren nur wenig Wasser geboten wird. Bei einseitiger Verletzung der Wurzelspitze wird dieser Mangel an Wasser sich wohl nicht so bemerkbar machen als bei decapitirten, da die erstere von der unverletzten Seite her mit Wasser versorgt wird. Aus diesem Grunde wird man wohl nicht Anstand nehmen, wenn ich die oben zunächst mit Rücksicht auf unter Wasser cultivirten Wurzeln entwickelte Erklärung der Darwin'schen Hauptkrümmung auch auf im feuchten Raume gehaltene übertrage. Dass im feuchten Raume cultivirte decapitirte Wurzeln thatsächlich relativ arm an Wasser sind, wird im zweiten Theile dieser Abhandlung, wo die geringe Turgescenz solcher Wurzeln nachgewiesen werden wird, noch näher begründet werden.

Auf Grund meiner Wahrnehmungen über die Natur decapitirter und einseitig (an der Vegetationsspitze) verletzter Wurzeln glaube ich das Zustandekommen der Darwin'schen Hauptkrümmung folgendermassen erklären zu dürfen:

Durch einseitige Verletzung der Wurzelspitze (oder einseitige Abtragung derselben) erfährt die über der Wundstelle gelegene, noch im Wachsthum begriffene Wurzelpartie eine Veränderung, welche in einer

grösseren Ductilität der Zellwände dieser Partie zum Ausdrucke kömmt. Der Turgor dieser Zellen führt dahin, die Zellen dieser Partie stärker zu dehnen als dies im unverletzten Zustande der Fall gewesen wäre, wodurch eine Krümmung zu Stande kömmt, deren Convexität auf jene Seite fallen muss, auf welcher sich die Wunde befindet.

Auf welche Weise die grössere Ductilität in der decapitirten Wurzel, beziehungsweise in der über der Wundstelle befindlichen einseitig verletzten Strecke der Wurzel zu Stande kömmt, muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Dass reichliche Zufuhr von Wasser die Ductilität der Zellwände befördert, steht nach den mitgetheilten Versuchen wohl ausser Frage und desshalb verlängern sich unter Wasser gehaltene decapitirte Wurzeln so stark und desshalb tritt die Darwin'sche Krümmung unter Wasser so frühzeitig und energisch ein. Wahrscheinlich wird der ductile Charakter der genannten Gewebspartien durch den geänderten Stoffwechsel begünstigt. Was geschieht mit jenen vom Endosperm, beziehungsweise den Cotylen in der Wurzel nach abwärts geleiteten Stoffen, die unter normalen Verhältnissen der Wurzelspitze zugeführt und dort zur Neubildung von Zellen verwendet werden? Diese Substanzen werden in den decapitirten, beziehungsweise einseitig (an der Spitze) verletzten Wurzeln anderweitig verwendet und bedingen, wie man wohl annehmen darf, die geänderte physikalische Beschaffenheit der Zellmembranen jener Wurzelstrecke, in welcher wir bei einseitiger Verwundung der Wurzelspitze die Darwin'sche Krümmung sich vollziehen sehen.

Es handelt sich nun darum, die Darwin'sche Nebenkrümmung zu erklären. Dass dieselbe als eine blosse Turgordehnung und nicht als ein Wachsthumsphänomen, wie die Hauptkrümmung aufzufassen ist, geht wohl aus den oben mitgetheilten Versuchen (siehe S. 14—15) mit Klarheit hervor. Es kann also nur die Frage entstehen, welche Umstände diese locale Turgorsteigerung hervorrufen. Die Nebenkrümmung liegt, wie wir gesehen haben, über der Hauptkrümmung, etwas über der maximalen Wachsthumszone an der der Wundstelle gegenüberliegenden Seite. Nach der Wundseite hin nimmt der Turgor

offenbar ab. Diese Herabsetzung des Turgors wird noch begünstigt durch Ausscheidung von Flüssigkeit an der Wundstelle, worüber im zweiten Theile dieser Abhandlung noch nähere Angaben folgen werden. Diesen Verhältnissen zu Folge wird der Turgor an der Wundseite von oben nach der Wunde hin abnehmen; die Wunde wird aber auch die Turgorverhältnisse der intact gebliebenen Wurzelhälfte und zwar in der Weise beeinflussen, dass die Herabsetzung des Turgors eine desto grössere sein wird, je näher die Zellen der Wunde liegen. Demzufolge muss eine auf der der Wunde entgegengesetzten Seite gelegene Gewebsregion ein Turgormaximum aufweisen und dieses fällt aller Wahrscheinlichkeit nach an jene Stelle der wachsenden Region, in welcher wir die Darwin'sche Nebenkrümmung sich vollziehen sehen. Warum diese Zone stets über der maximalen Wachsthumszone zu liegen kömmt, konnte nicht ermittelt werden.

Die hier gegebene Erklärung scheint mir namentlich mit Rücksicht auf die durch seitlichen Anschnitt der Wurzelspitze vollzogene Verwundung berechtigt; aber auch die durch andere Verwundungsarten sich einstellenden Veränderungen in der wachsenden Region lassen ein Sinken des Turgors an den bezeichneten Stellen annehmen und widersprechen desshalb der gegebenen Erklärung nicht.

Gegen diese Erklärung der Nebenkrümmung könnte vielleicht noch zweierlei eingewendet werden; erstens, dass ein Constantbleiben des Turgors an einer bestimmten Stelle bei sinkendem Turgor der Nachbargewebe nicht zu einer convexen Krümmung der erstgenannten Stelle führen könne, und zweitens, dass die gegebene Erklärung nicht auf die unter Wasser eintretende Nebenkrümmung angewendet werden dürfe.

Was den ersten Einwand betrifft, so kann er leicht durch ein Experiment entkräftigt werden. Legt man eine Wurzel auf eine Wasserfläche, so wird sie, wie Sachs zuerst zeigte, nach oben concav, in Folge der Turgorsteigerung der das Wasser berührenden Zellen. Lege ich nun die Wurzel eines Keimlings flach auf eine zehnprocentige Salzlösung, so krümmt sich die Wurzel rasch (Wurzel von Mais und Bohne schon nach wenigen Secunden) nach abwärts, die obere Seite, welche keine Änderung des Turgors erfahren hat, wird convex.

Dass auch auf die unter Wasser wachsenden, einseitig verletzten Wurzeln die gegebene Erklärung des Zustandekommens der Nebenkrümmung angewendet werden kann, wird wohl zugegeben werden, wenn man bedenkt, dass ein turgescentes Organ, welches unter Wasser angeschnitten wird, an der Schnittfläche eine Herabminderung des Turgors erfahren muss. Unter dieser Voraussetzung kann auch für solche Wurzeln die oben geschilderte Vertheilung des Turgors angenommen werden.

Ob die hier gegebenen Erklärungen der Darwin'schen Haupt- und Nebenkrümmung richtig sind, wage ich nicht zu entscheiden. Sie ergaben sich aus den neuen, von mir aufgefundenen Thatsachen über das Wachsthum der am Vegetationspunkte verletzten Wurzeln von selbst. Neue Thatsachen werden möglicher Weise zu einer anderen Auffassung führen [1]

14. Darwin'sche Krümmung in Combination mit anderen Nutationsbewegungen.

Dass sich paratonische Nutationsbewegungen, z. B. Heliotropismus und Geotropismus in mannigfaltiger Weise combiniren können, habe ich in ausführlicher Weise bei früheren Gelegenheiten dargelegt. [2]

Ob die Darwin'sche Krümmung, welche in dieselbe Kategorie von Nutationsbewegungen zu stellen ist, mit anderen paratonischen Nutationsformen sich combiniren könne, ist von vorneherein sehr wahrscheinlich, bisher aber nicht experimentell geprüft worden.

---

[1] Meine Auffassung über Bedeutung der Thatsachen und der „Theorien" in der Pflanzenphysiologie bei dem dermaligen Zustande dieser Wissenschaft habe ich in meiner Monographie des Heliotropismus II. Theil (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wis., Bd. 43, Sep. pag. 90) auseinandergesetzt; ich weise auf jene Auffassung nochmals hin, um auch bezüglich der vorliegenden Abhandlung es auszudrücken, dass ich grösseres Gewicht auf die neu gefundenen Thatsachen als auf die gegebenen Erklärungen lege. Gerade das Studium der vorliegenden Frage hat mich überzeugt, wie gering unser derzeitiges Erfahrungswissen auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie ist und wie weit wir davon entfernt sind, die Erscheinungen des Pflanzenlebens in zufriedenstellender Weise lösen zu können.

[2] „Die heliotropischen Erscheinungen" Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 39 und 43 und „Bewegungsvermögen".

Ich habe zunächst geprüft, ob dieselbe mit dem Hydrotropismus in Combination zu treten vermag. Eine Maiswurzel wurde vor einer nassen Pappeplatte[1] so aufgestellt, dass nach einigen Stunden Hydrotropismus zu erwarten stand; vorher wurde aber die Wurzelspitze durch einseitigen Anschnitt verletzt. Die Wundfläche kam an eine Stelle zu liegen, welche von jener Seite, die der feuchten Fläche gegenüberlag, um 90° verwendet war. Die Wurzel bewegte sich nun weder parallel zur feuchten Fläche, noch auf kürzestem Wege gegen diese hin, sondern in schiefer Richtung gegen die nasse Platte zu; sie folgte also weder ausschliesslich der Darwin'schen, noch der hydrotropischen Krümmung, sondern liess eine Nutation erkennen, welche als eine Combination beider aufgefasst werden musste.

Dieser Versuch wurde in mehrfacher Weise modificirt; stets ergab sich das gleiche Resultat, woraus folgt, dass sich die Darwin'sche Krümmung mit der hydrotropischen Krümmung (welche indess nur ein spezieller Fall der Darwin'schen ist; siehe den Paragraph 16) combiniren kann.

Lässt man Wurzeln, deren Spitzen einseitig durch Anschnitt oder durch Höllenstein oder mittelst eines Schellacktröpfchens verletzt wurden, gleichmässig um eine horizontale Axe rotiren, so dass der Geotropismus ausgeschlossen ist, so stellt sich die Darwin'sche Krümmung früher ein, als an Wurzeln derselben Art, welche unter sonst gleichen Verhältnissen vertical aufgestellt wurden, woraus sich ergibt, dass auch Darwin'sche und geotropische Krümmung sich zu combiniren vermögen.

Als Beleg für diesen Satz theile ich folgenden Versuch mit.

Versuch Nr. 31. ***Zea Mais.*** (Cultur im feuchten Raume. Temperatur 23° C. Länge der Wurzeln 42—45 Mm. Alle Wurzeln waren durch einseitigen Anschnitt der Wurzelspitze verletzt.)

Die Wurzeln Nr. 1 bis 4 waren vertical aufgestellt, die Wurzeln Nr. 5 bis 8 drehten sich innerhalb einer Stunde einmal um eine horizontale Axe.

[1] Siehe Molisch, Untersuchungen über den Hydrotropismus, l. c. pag. 20.

Eintritt der Darwin'schen Krümmung:

Ruhend aufgestellte Keimlinge		Rotirende Keimlinge	
Wurzel Nr. 1	nach 55 Min.	Wurzel Nr. 5	nach 55 Min.
2	„ 65 „	6	„ 45 „
3	„ 75 „	7	„ 65 „
4	„ 85 „	8	„ 50 „
Mittel.....	70 Min.	Mittel	54 Min.

Zahlreiche andere mit Mais und Erbse ausgeführte Experimente lieferten ein gleiches Ergebniss.

15. Ausgleich der Darwin'schen Krümmung.

In manchen Fällen verschwindet die Darwin'sche Hauptkrümmung, in andern nicht oder verringert sich bloss. Der erstere Fall tritt ein, wenn die Krümmung deutlich unterhalb der wachsenden Region stattfindet. Fällt sie hingegen nahezu oder vielleicht genau in die Zone stärksten Wachsthums, so erlischt das Wachsthum der betreffenden Zellen alsbald und es können offenbar jene Zustände nicht eintreten, welche den partiellen, beziehungsweise vollständigen Ausgleich der Krümmung bedingen.

Der Ausgleich der Krümmung ist keineswegs eine Phase der Darwin'schen Krümmung selbst, sondern erfolgt auf andere Weise; so viel ich beobachtet habe durch Geotropismus. Lässt man Wurzeln, welche rasch und energisch sich unterhalb der maximalen Wachsthumszone nach Verletzung der Spitze gekrümmt haben, um die horizontale Axe langsam rotiren, so wird die Krümmung nicht aufgehoben, wohl aber wenn sie ruhend in verticaler Richtung aufgestellt waren. Im letzteren Falle wurde die aus der verticalen Lage durch die Darwin'sche Krümmung herausgebrachte Wurzel durch späteren positiven Geotropismus wieder in die ursprüngliche (verticale) Lage gebracht.

16. Specielle Formen der Darwin'schen Krümmung.

Die Darwin'sche Krümmung kann, wie wir gesehen haben, auf sehr verschiedene Weise hervorgerufen werden. Der äussere Effect ist immer derselbe; zweifellos auch die Veränderungen,

welche in der über der Wundstelle gelegenen Region die Überverlängerung hervorrufen und damit die Krümmung des Wurzelendes bedingen.

Es bleibt späteren Forschungen vorbehalten, die in der Natur vorkommenden und überhaupt die möglichen Formen der Darwin'schen Krümmungen darzulegen, wie denn überhaupt eine genaue Analyse der Wachsthumsbewegungen der Wurzeln noch fehlt.

Manche von den bekannten paratonischen Nutationen sind zweifellos auf die Darwin'sche Krümmung zurückzuführen. Nach Darwin wäre der Geotropismus der Wurzel gleich der Darwin'schen Krümmung eine von der Spitze ausgehende Reizerscheinung. Dass die letztere in diesem Sinne nicht gedeutet werden kann, ergibt sich aus dem Vorstehenden. Dass aber auch der Geotropismus kein von der Wurzelspitze ausgehendes Reizphänomen ist, wird der zweite Theil dieser Abhandlung lehren. Geotropismus und Darwin'sche Krümmung sind zwei, dem Wesen nach verschiedene Nutationsformen, was schon das äussere Bild beider Erscheinungen zu erkennen gibt. Hingegen ist von Molisch[1] gezeigt worden, dass der positive Hydrotropismus ein specieller Fall der Darwin'schen Krümmung ist, da er nur eintritt, wenn die Wurzelspitze an einer Seite von trockener, an der entgegengesetzten von feuchter Luft getroffen wird. Die einseitige Verletzung der Wurzelspitze wird hier durch Wasserverlust in ähnlicher Weise wie etwa durch eine Gummilösung oder durch eine alkoholische Schellacklösung hervorgerufen.

Nach den hier mitgetheilten Thatsachen kann aber der Hydrotropismus nicht als ein von der Wurzelspitze ausgehendes Reizphänomen gedeutet werden; vielmehr muss angenommen werden, dass die einseitige Eintrocknung oder der jedenfalls grosse Wasserverlust, welchen die Wurzelspitze an einer Seite erleidet, jene Veränderung in der darüberliegenden Partie hervorruft, welche daselbst unmittelbar zur Überverlängerung und damit zur Krümmung des wachsenden Wurzelendes nach der feuchten Fläche hin führt.

---

[1] L. c. p. 31—34.

Die für die Darwin'sche Krümmung charakteristische Nebenkrümmung findet sich auch an hydrotropischen Wurzeln vor, ist auch bereits von Molisch, ohne dass ihm damals die Darwin'sche Nebenkrümmung bekannt gewesen wäre, aufgefunden, und als ein auf localer Turgorsteigerung beruhendes Phänomen gedeutet worden. Diese Nebenkrümmung liegt an hydrotropisch gekrümmten Wurzeln gleichfalls über der maximalen Wachsthumszone, wo sie auch an Wurzeln, welche die typischen Formen der Darwin'schen Krümmung zeigen, zu finden ist.

Zweiter Theil.

Geotropismus der Wurzeln.

1.

Bis zum Erscheinen des Darwin'schen Buches über das Bewegungsvermögen wurde bezüglich des Geotropismus der Wurzeln allgemein angenommen, dass die Schwerkraft dort angreife, wo wir den Effect erblicken, also in der wachsenden Region der Wurzel. Diese Anschauung erwies sich als so selbstverständlich, dass dieselbe gar nicht besonders betont oder überhaupt in Form eines Satzes ausgesprochen wurde. [1]

Mit dem Bekanntwerden des genannten Werkes ging ein grosser Theil der Pflanzenphysiologen von der bis dahin herrschend gewesenen Anschauung ab. Während die Einen an der älteren Ansicht festhielten, ergriffen Andere für Darwin's Hypothese Partei, ja man ging in neuester Zeit so weit, die Reizbarkeit der Wurzelspitze, durch welche, wie schon in der Einleitung hervorgehoben wurde, u. a. auch der Geotropismus der Wurzeln bedingt werden soll, geradezu als eine Thatsache anzusprechen. [2]

Der Zustand, in welchen Darwin's Reizlehre die Physiologie brachte, wird durch folgende Vorkommnisse illustrirt.

---

[1] Vgl. Darwin, l. c. p. 468.

[2] Siehe biol. Centralblatt, Bd. III, (1883), p. 498, wo es ausdrücklich heisst: „Nun hat Darwin festgestellt, dass die Wurzel die Eigenschaft besitzt, auf leichte chemische oder mechanische Insulte, die die Wurzelspitze treffen, mit einer Krümmung in der wachsenden Region zu antworten."

Während Pfeffer[1] die von Darwin präcisirte Auffassung sofort acceptirte, wies Sachs[2] dieselbe auf das Entschiedenste zurück. Aber weder Pfeffer, noch Sachs prüften die von Darwin zur Begründung seiner Hypothese beigebrachten Argumente.

Ich war der Erste, welcher auf die Frage einging und durch besonders angestellte Untersuchungen und auf Grund anderweitiger Erfahrungen die Berechtigung der neuen Lehre zu prüfen unternahm. Die Wichtigkeit dieser Prüfung wird jeder Sachverständige zugeben. Würde sich diese neue Lehre als begründet erweisen, so müsste das Studium der Nutationsbewegungen eine fast vollständige Umgestaltung erfahren, wäre sie unbegründet, so brächte ihre Aufnahme und Ausbreitung der Entwicklung eines wichtigen Theiles unserer Wissenschaft ernstliche Gefahr. Ursache genug, die Fundamente der neuen Hypothese auf das Gründlichste zu untersuchen.

In meinem im Herbste 1881 erschienenen Buche über das Bewegungsvermögen der Pflanzen suchte ich den Nachweis zu liefern, dass eine ihres Vegetationspunktes beraubte Wurzel doch vor allem als ein verletztes Organ zu betrachten sei. Ein solches könnte eine verminderte Reactionsfähigkeit gegenüber äusseren Einflüssen, also auch bezüglich seiner geotropischen Empfindlichkeit zeigen, es könnte in Folge der Schädigung[3] Eigenthümlichkeiten darbieten, welche die geschwächte oder verloren gegangene Reactionsfähigkeit zu erklären vermöchten.

Dies ist offenbar die erste Frage, welche man sich stellen muss, wenn man aus dem Verhalten einer geköpften Wurzel eine neue weittragende Theorie ableiten will.

Diese Frage hat sich Darwin ernstlich gar nicht gestellt. Er sagte, eine Wurzel, welche ihres Vegetationspunktes beraubt wurde, wächst ebenso wie eine nicht decapitirte, also ist sie normal geblieben. Prüfen wir diese Voraussetzung. Darwin hat über das Wachsthum decapitirter Wurzeln gar keine messenden Versuche angestellt und nach dem Augenschein geurtheilt:

---

[1] Pflanzenphysiologie, Bd. II (1881) p. 328.

[2] Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1882 p. 843.

[3] L. c. p. 209.

ihm schienen die decapitirten Wurzeln ebenso zu wachsen, als die intact gebliebenen. Zur Begründung seiner Behauptung beruft er sich, wie wir gesehen haben, bloss auf eine Beobachtung von Sachs[1], welche aber nur den Vergleich zweier Wurzeln, einer intacten und einer decapitirten in sich schloss. Welche umfassenden Untersuchungen aber nothwendig sind, um den Einfluss beurtheilen zu können, den die Beseitigung der Vegetationsspitze auf das Wachsthum der verletzten Wurzel ausübt, ist im ersten Theile dieser Abhandlung gezeigt worden. Wir haben gesehen, dass die in feuchter Luft wachsenden decapitirten Wurzeln weniger wachsen als intacte, was ich schon im „Bewegungsvermögen" auf Grund zahlreicher Messungen constatirte; es wurde die Thatsache constatirt, dass unter Wasser cultivirte Wurzeln im decapitirten Zustande stärker als intacte wachsen. Die Decapitation beeinflusst also das Wachsthum, und somit trifft die von Darwin gemachte Voraussetzung nicht zu. Es wird sich später herausstellen, dass decapitirte Wurzeln auch noch in anderen wesentlichen Eigenschaften von normalen abweichen.

Die Reizhypothese Darwin's leidet aber noch an innerer Unwahrscheinlichkeit. Sie setzt voraus, dass die Vegetationsspitze reizbar sei. Nun besteht diese aus einem Meristem und wir kennen gar kein Meristem, welches reizbar wäre, vielmehr sind alle bisher bekannten reizbaren Gewebe Dauergewebe. Dass der geotropische Reiz von der Spitze der Wurzel aufgenommen wird, ist eine unerwiesene Behauptung; ist aber die Aufnahme des Reizes unerwiesen, so kann von einer Weiterleitung nicht die Rede sein, es wäre denn, man könnte die Weiterleitung durch Unterbrechung experimentell erweisen und auf die Aufnahme zurückschliessen. Derartige Versuche sind aber von Darwin nicht ausgeführt worden.

Aber auch folgende Thatsache spricht gegen die Berechtigung der genannten Reizhypothese. Die Analogie zwischen positivem und negativem Geotropismus liegt auf der Hand. Während aber Darwin den positiven Geotropismus von der Vegetations-

---

[1] Siehe oben p. 259.

spitze der Wurzel ausgehen lässt, wird die analoge Annahme bezüglich der negativ geotropischen Organe nicht gemacht. Für letztere wird zugegeben, dass die Schwerkraft nicht an der Vegetationsspitze, sondern in der wachsenden Region angreift. Diesen wunden Punkt der Darwin'schen Lehre habe ich schon früher[1] hervorgehoben, und später hat Sachs[2] dasselbe Argument gegen dieselbe geltend gemacht.

Man sieht also, wie leicht sich Darwin und seine Anhänger[3] ihre Aufgabe bei Aufstellung der genannten Hypothese gemacht haben und auf wie schwachen Füssen diese Theorie, welche sich sogar bis zur Parallelisirung der Wurzelspitze mit dem Gehirn der Thiere verstieg, steht.

Im „Bewegungsvermögen" habe ich die Herabsetzung der Wachsthumsfähigheit decapitirter Wurzeln zur Erklärung der verminderten geotropischen Empfindlichkeit herangezogen. Durch eine grosse Zahl von Beobachtungen über Heliotropismus und Geotropismus gelangte ich zu dem Resultate, dass die Organe gegen Licht und Schwere desto reactionsfähiger sind, je grösser ihre Wachsthumsfähigkeit sich gestaltet. Hauptwurzeln sind stärker geotropisch als Nebenwurzeln; erstere aber auch wachsthumsfähiger als letztere. Hauptsprosse sind gegen Licht und Schwere empfindlicher als Nebensprosse; diese aber weniger wachsthumsfähig als jene u. s. w. Diese und ähnliche Thatsachen haben mich veranlasst, die Wachsthumsfähigkeit decapitirter Wurzeln im Vergleiche zu deren geotropischer Reactionsfähigkeit zu prüfen. Ich fand, dass Wurzeln, von welchen 1 Mm. abgetragen wurde, noch etwas geotropisch empfindlich sind und zwar desto erkennbarer, je weniger sie im Wachsthum zurückblieben, dass aber stärker decapitirte Wurzeln gar keine Spur von Geotropismus mehr aufweisen.

Aber selbst nur wenig (in einer Strecke von 1 Mm.) decapitirte Wurzeln können bei horizontaler Aufstellung die Fähigkeit

---

[1] Bewegungsvermögen. p. 106.

[2] Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, p. 843.

[3] Auf all' die Schriften einzugehen, welche sich für die Darwin'sche Reizhypothese aussprachen, verbietet der Raum; es wäre ein solches Vorgehen auch unnöthig, da die für Darwin und gegen meine Auffassung vorgebrachten Argumente im Nachfolgenden erschöpfend vorgetragen sind.

sich geotropisch abwärts zu krümmen, verloren haben, wenn auch deren Wachsthumsfähigkeit noch eine erhebliche ist. So habe ich[1] gezeigt, dass decapitirte Wurzeln von Mais, welche in 24 Stunden noch um 34 Procent, und derlei Wurzeln von Faba, welche in der gleichen Zeit sogar um 45—48 Procent wuchsen, bei horizontaler Aufstellung gar keine Spur von Geotropismus mehr zu erkennen geben.

Es sinkt also der Geotropismus decapitirter Wurzeln in viel rascherem Verhältnisse als die Wachsthumsfähigkeit; dies geht wohl mit Klarheit aus meinen Beobachtungen hervor; dennoch haben einige Anhänger der Darwin'schen Hypothese, wie ich später genauer hervorheben werde, gesagt, ich hätte eine directe Proportionalität zwischen Wurzelwachsthum und Geotropismus behauptet.

Dass eine verwickelte Relation zwischen beiden besteht, haben die oben mitgetheilten Versuche über den ductilen Charakter bestimmter Partieen wachsender Wurzelenden gezeigt. Durch die gesteigerte Ductilität dieser Wurzelstrecke wird abnorme Verlängerung eines Theiles der wachsenden Region decapitirter Wurzeln hervorgerufen, welche unter Umständen (bei Cultur der Wurzeln unter Wasser) sogar eine — freilich nur pathologische — Überverlängerung, im Vergleiche zu intact gebliebenen Wurzeln zur Folge hat.

Bald nach dem Erscheinen meines Buches veröffentlichte Detlefsen[2] eine Arbeit, in welcher unter anderem auch die Frage der geotropischen Reizbarkeit der Wurzelspitze einer experimentellen Prüfung unterzogen wurde. Mein Buch war dem Autor erst nach der Beendigung seiner Untersuchung bekannt geworden. Seine Resultate stimmen in den wesentlichsten Punkten mit meinen überein. Er findet nämlich, dass decapitirte Wurzeln häufig noch — freilich im geringen Grade — geotropisch sind, und schliesst daraus, dass der Geotropismus nicht von der Wurzelspitze ausgehen könne. Auf eine Erklärung des geschwächten oder aufgehobenen Geotropismus decapitirter Wurzeln hat

---

[1] L. c. p. 102 und 104.

[2] L. c. p. 643—644.

sich Detlefsen nicht eingelassen, sondern das abweichende Verhalten als eine Folge der Verletzung der Wurzelspitze hingestellt.

Eine ausführliche Schrift widmete O. Kirchner[1] unserem Gegenstande. Er beobachtete an zahlreichen decapitirten Wurzeln noch schwachen Geotropismus. In einzelnen Versuchsreihen wurde bis zu 50 Procent der decapitirten Wurzeln schwach geotropisch gefunden. Demnach sollte man vermuthen, dass Kirchner sich gegen die Reizhypothese wenden müsste. Allein er nimmt sie geradezu unbedingt an und erklärt (l. c. p. 30), dass gar kein Ausweg übrig bleibe, als die Darwin'sche Erklärung zu acceptiren.[2] Mit welchen Argumenten dies geschieht, wird sich gleich zeigen. Vor allem bestreitet er die von mir aufgefundene Retardation des Längenwachsthums decapitirter, in feuchten Medien cultivirter Wurzeln, ein Streitpunkt, welcher bereits oben (p. 238—243) seine Erledigung gefunden hat. Sodann versucht er zu zeigen, „dass zwischen dem Grade der geotropischen Krümmung und der Wachsthumsfähigkeit der Wurzeln gar kein Zusammenhang bestehe“[3], widerlegt somit einen Satz, welcher in dieser Form von mir nicht aufgestellt wurde. Ich behaupte ja nur, dass durch die Verletzung die Wachsthumsfähigkeit herabgesetzt, der Geotropismus verringert oder — selbst bei noch sehr beträchtlichem Zuwachse — vollständig ausgelöscht wird. Dies schliesst aber, wie ich oben bereits hervorhob, von selbst das Vorhandensein einer strengen Proportionalität zwischen Wachsthumsfähigkeit und dem Grade des Geotropismus aus. Eine Untersuchung über die durch die Amputation in der verletzten Wurzel hervorgerufenen Veränderungen wurde von Kirchner nicht angestellt; auch er hält die decapitirte Wurzel für normal, weil sie — wie er aus seinen Versuchen abnimmt — so weiter wächst, als wäre ihr Vegetationspunkt nicht abgetragen worden.

Da sich nun nach seiner Ansicht der Geotropismus aus der verminderten Wachsthumsfähigkeit nicht ableiten lasse, so bleibt,

---

[1] Über die Empfindlichkeit der Wurzelspitze für die Einwirkung der Schwerkraft. Programm der kön. Landw. Akademie zu Hohenheim. Stuttgart 1882.

[2] L. c. p. 31.

[3] L. c. p. 24.

wie der Autor meint, nichts Anderes übrig, als die Darwin'sche Ansicht anzunehmen, und er geht nun sofort daran, die beim Zustandekommen des Geotropismus der Wurzelspitze zufallende Rolle zu erforschen.

„In dieser Hinsicht", sagt der Verfasser, „lassen sich von vornherein drei Möglichkeiten denken: entweder die Wurzelspitze wirkt direct mechanisch dadurch, dass sie durch ihr Gewicht einen Zug auf die rückwärts liegende wachsende Region ausübt, oder sie veranlasst durch den Stoffverbrauch in der Vegetationsspitze einen nach ihr hin gerichteten Strom von Stoffen, die auf ihrem Wege durch die Gravitation beeinflusst, an den antagonistischen Seiten einer horizontal gelegten Wurzel Wachsthumsverschiedenheiten hervorrufen; oder endlich man nimmt einen in seinen Einzelnmomenten nicht weiter definirbaren Einfluss der Wurzelspitze an, den wir Übertragung des durch die Gravitation empfangenen Reizes nennen wollen". [1]

Die erste Möglichkeit ist bekanntlich von Hofmeister zur Erklärung des Geotropismus herangezogen, aber später als unhaltbar erwiesen worden. Kirchner schliesst dieselbe auch aus, dessgleichen die zweite, welche thatsächlich auch nichts Greifbares enthält, was sich zu Gunsten der Darwin'schen Hypothese anführen liesse und erklärt, dass nun nichts Anderes übrig bleibe, als die Darwin'sche Erklärung anzunehmen.

Es erübrigt noch anzuführen, wie sich Kirchner den schwachen Geotropismus ihrer Spitze beraubter Wurzeln erklärt. In jenen Fällen, in welchen die decapitirte Wurzel sich noch nach abwärts krümmt, ist „ohne Zweifel ein mehr oder minder grosser Complex empfindlichen Gewebes an der Spitze erhalten geblieben" [2], welcher den geotropischen Reiz aufnimmt, weiterleitet und dadurch in der wachsenden Region jene Zustände hervorruft, welche die Abwärtskrümmung zur Folge haben müssen. Selbstverständlich ist diese Erklärung nichts weiter als eine Consequenz, welche sich aus der Annahme der Reizhypothese ergibt

---

[1] L. c. p. 3

[2] L. c. p. 49.

Ich komme nun zur Besprechung der schon im ersten Theile dieser Abhandlung berührten Arbeit Krabbe's.[1] Diese Schrift enthält gar keine einzige irgendwie durch Anführung directer Beobachtungen begründete Thatsache, sondern bloss unerwiesene Behauptungen und kritische Bemerkungen, welche sich gegen alle richten, welche bis dahin die Frage über die Function der Wurzelspitze durch Untersuchungen zu fördern suchten, gegen Darwin, mich, Detlefsen und Kirchner.

Darwin's Reizhypothese wird acceptirt, doch ohne Beantwortung der Vorfrage, ob die Schwächung oder der Nichteintritt des Geotropismus bei geköpften Wurzeln nicht Folge der beigebrachten Verletzung sei. Dagegen wird gegen Darwin der Vorwurf erhoben, dass er sich die in Bezug auf das Problem „wichtigste Frage" nicht gestellt habe, und diese laute: „Wie gross ist der empfindliche Theil der Wurzel?" Krabbe übersieht dabei, dass diese Frage die Richtigkeit der Darwin'schen Reizhypothese zur Voraussetzung hat und dass, so lange die Hypothese unerwiesen ist, die Frage eigentlich lautet: „Wie viel lässt sich von der Vegetationsspitze unbeschadet ihres Geotropismus abtragen?" Ich habe nun schon früher[2] gezeigt, dass Wurzeln, von welchen man die Spitze in einer Strecke von zwei Mm. abträgt, bei Horizontalstellung sich nicht selten gar nicht mehr als geotropisch erweisen; solche Wurzeln lassen aber die starke Schädigung, wie ich an derselben Stelle bewies, auch schon an ihrer stark verminderten Wachsthumsfähigkeit erkennen. Übrigens lässt sich der Grad der Schädigung, welcher das vollkommene Erlöschen des Geotropismus zur Folge hat, gar nicht allgemein bestimmten, nicht einmal für eine Species, da, abgesehen von dem abweichenden Verhalten verschiedener Varietäten, die Individualität der verwendeten Keimlinge, Entwicklungszustand der Wurzel und äusseren Bedingungen, den Grad des Geotropismus der durch die Abtragung der Spitze verletzten Wurzeln in der mannigfaltigsten Weise zu beeinflussen vermögen.

---

[1] Zur Frage nach der Function der Wurzelspitze. Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft, Bd. I (1883) 226 ffd.

[2] Bewegungsvermögen p. 104.

Über alle diese Verhältnisse ist in Krabbe's Schrift nichts enthalten, es wurden nur, ohne Angabe begründender Daten, folgende Sätze aufgestellt: „Der empfindliche oder reizbare Theil der Wurzelspitze überschreitet niemals die Länge von 2 Mm. Innerhalb dieser Länge ist die Grösse des reizbaren Gewebes variabel".

Gegen mich wird erstens eingewendet, dass die Retardation des Längenwachsthums decapitirter Wurzeln nie so gross ausfällt, als von mir angegeben wurde, und dass die Herabsetzung des Längenwachsthums ausser Beziehung zum Geotropismus stehe. Beide Einwände wurden bereits oben entkräftigt. Wenn Krabbe (pag. 230) sagt, dass eine decapitirte Wurzel, welche, wie ich angab, noch um mehr als 30 Procent wuchs, sich noch hätte geotropisch krümmen können, was, wie er meint, aus meiner Auffassung hervorgehe; so liegt doch auf der Hand, dass er meinem Gedankengange gar nicht folgte und mir eine Auffassung unterschob, die ich gar nicht geäussert habe. Ich sage ja, dass Wurzeln (innerhalb 24 Stunden) um 30 Procent und selbst noch um mehr (siehe oben pag. 279) wachsen können, ohne geotropisch zu werden, woraus sich ja von selbst ergibt, dass die geotropische Krümmungsfähigkeit gar nicht in dem Verhältnisse sinkt, wie die Wachsthumsfähigkeit, erstere nämlich viel früher als letztere erlischt. [1]

---

[1] Krabbe nahm auch (l. c. p. 230), um mich gewissermassen durch meine eigenen Beobachtungen zu widerlegen, eine Umrechnung meiner Daten vor, welche ganz unerlaubt ist, indem er nämlich von der Voraussetzung ausging, ich hätte die Zuwächse der einzelnen Wurzeln auf deren jeweilige Anfangslänge bezogen, was an keiner Stelle meines Buches gesagt ist. Wohl sind die Anfangslängen jeder Wurzel, mit welcher experimentirt wurde, angegeben, um die individuellen Schwankungen der im Versuche verwendeten Wurzeln anzumerken. Jede der Wurzeln war in Abständen von Mm. zu Mm. markirt, was l. c. p. 101 ein für allemal ausdrücklich hervorgehoben wurde, und musste lehren, dass die wachsende Strecke der einer und derselben Versuchsreihe angehörigen Wurzeln nahezu die gleiche sei, weshalb zur procentischen Berechnung entweder eine bestimmte Einheit gewählt, oder auf die jeweilige wachsende Strecke bezogen werden musste. Da letzteres zu umständlich ist, wurde als Einheit für die procentische Berechnung die mittlere Anfangslänge der Wurzeln einer Reihe gewählt, und so waren die erhaltenen Procentwerthe — mit Rücksicht auf die geringe

Gegen Detlefsen bemerkt Krabbe Folgendes. Ersterer hat unter anderem eine mit 12 decapitirten Eichenwurzeln angestellte Versuchsreihe mitgetheilt, welche ergab, dass sich sechs Wurzeln (50 Procent) nach abwärts, vier seitwärts krümmten, eine nach oben sich wandte und eine gerade blieb.

Krabbe meint nun, aus einer solchen Versuchsreihe liesse sich kein Schluss auf den Geotropismus der Wurzeln ziehen. Merkwürdigerweise liest man aber bald darauf folgenden gegen Kirchner gerichteten Satz: „Auf pag. 10 wurden zwei mit decapitirten Wurzeln angestellte Versuchsreihen mitgetheilt, von denen die eine $36^1/_3$ Procent, die andere sogar 50·8 Procent geotropisch gekrümmte Wurzeln aufweist. Es ist nun geradezu überraschend, wenn Kirchner sich schliesslich auf Grund dieser und ähnlicher Experimente der Darwin'schen Ansicht anschliesst."

Kirchner operirte in den genannten Versuchsreihen auch nur mit 12, beziehungsweise gar nur mit 10 Keimlingen, und wenn er auch nicht angibt, nach welchen Richtungen die nicht nach abwärts gekehrten Wurzeln sich gewendet haben, so kann man doch annehmen — und jeder, der die höchst verschiedenen Krümmungen decapitirter Wurzeln gesehen hat, wird beistimmen, — dass diese Wurzeln sich nicht anders als in Detlefsen's Versuche gekrümmt haben werden. Nun gibt Krabbe dem gleichen Versuchsergebniss eine diametral entgegengesetzte Bedeutung: Detlefsen's Versuch bewiese nichts gegen Darwin, Kirchner's Experiment aber spreche so sehr gegen Darwin, dass der von Kirchner gezogene gegentheilige Schluss geradezu überraschend sei.

Sonst enthält Krabbe's Arbeit bloss noch die gleichfalls unerwiesene Behauptung, dass nicht nur das Meristem der

---

Feinheit der Versuchsanstellung — ganz gut vergleichbar. Man hätte zum Vergleiche der Zuwächse der decapitirten und intacten Wurzeln irgend welche andere Einheit wählen können und hätte gleichfalls gut vergleichbare Resultate erhalten. Das aber wäre ein grober Fehler gewesen, wenn der procentischen Berechnung der Zuwächse, wie mir dies Krabbe ohne jeden Grund zumuthet, die jeweilige Anfangslänge der einzelnen Wurzeln, in welcher sich ja eine veränderliche, ausgewachsene Wurzelstrecke befindet, zu Grunde gelegt worden wäre.

Wurzelspitze, sondern auch noch ein Theil des angrenzenden Dauergewebes reizbar sei.

Krabbe's Schrift darf wohl nicht den Anspruch auf ernstliche Berücksichtigung erheben. Wenn dieselbe hier kritisch beleuchtet wurde, so lag der Grund hiefür bloss in dem Umstande, dass dieselbe in einem hervorragenden Organ veröffentlicht wurde, und die Nichtbeachtung der vom Autor vorgebrachten Behauptungen seitens jener Leser, welche der Sache ferner stehen, leicht zu Missverständnissen Veranlassung geben könnte.

2.

Die von mir unternommene neuerliche Untersuchung über die angebliche Reizbarkeit der Wurzelspitze hat erstlich den Zweck, zu prüfen, ob die Decapitation der Wurzel eine Verletzung ist, welche Veränderungen in den Geweben dieser Organe hervorruft, die den Geotropismus verringern oder aufheben müssen. Sodann soll die Unsicherheit, welche in Bezug auf das, was bei decapitirten Wurzeln als Geotropismus gedeutet wurde, beseitigt werden. Sowohl Darwin als alle späteren Beobachter, welche über die Bedeutung der Wurzelspitze beim Geotropismus arbeiteten, haben aus der Abwärtskrümmung einer decapitirten horizontal gelegten Wurzel gleich auf den Geotropismus derselben geschlossen. Auch ich kann mich nicht von diesem Fehler freisprechen. Die Sache liegt so: Wenn eine horizontal gelegte, decapitirte Wurzel sich nach abwärts krümmt, so bedeutet diese Bewegung möglicherweise, dass sie geotropisch ist; mit Sicherheit kann aus diesen Beobachtungen auf den Geotropismus nicht geschlossen werden, denn die decapitirten Wurzeln machen, wie Sachs zuerst zeigte, und wie jeder aufmerksame Beobachter leicht finden wird, die verschiedenartigsten Krümmungen. Wenn man nun weiter findet, dass eine relativ grosse Zahl der decapitirten Wurzeln sich nach abwärts krümmt, so wird man mit mehr oder minder grosser Wahrscheinlichkeit diese Krümmung als eine geotropische bezeichnen können.

Da es sich mir nun um eine möglichst vollständige und sichere Lösung der obschwebenden Frage handelt, so will ich mich mit der bisher angewendeten Methode nicht begnügen,

sondern zur Prüfung decapitirter Wurzeln auf Geotropismus jenes Experiment anwenden, das gewiss ohne Widerspruch als beweisend angesehen werden wird — den Knight'schen Versuch.

3. Die Eigenschaften decapitirter Wurzeln.

a) Ductilität der Zellwände.

Schon im ersten Theile dieser Abhandlung sind die Verschiedenheiten, welche zwischen der Wachsthumsfähigkeit decapitirter und intacter Wurzeln bestehen, eingehend geschildert worden. Es zeigt sich, dass die Totalzuwächse der ersteren geringer sind, als die der letzteren, wenn sie sich im feuchten Raume entwickelten; dass hingegen dieses Verhältniss sich umkehrt, wenn beide unter Wasser cultivirt werden.

Es wurde ferner ein abnormes Verhalten der decapitirten Wurzeln nachgewiesen, welches an den unter Wasser cultivirten mit grosser Schärfe hervortritt: die grosse Ductilität der Zellwände jener Gewebspartien der Wurzeln, welche über der abgetragenen Spitze sich befinden, und in welchen, wie wir gesehen haben, die Darwin'sche Krümmung sich vollzieht. Auch die im feuchten Raume cultivirten decapitirten Wurzeln zeigen wahrscheinlich das gleiche Verhalten; doch tritt dasselbe, falls es factisch vorkäme, wie die Endergebnisse grosser Versuchsreihen mit einiger Sicherheit annehmen lassen, nicht mit solcher Deutlichkeit wie bei den unter Wasser cultivirten Wurzeln auf. Der ductile Charakter der Zellwände nimmt in der Richtung von der Wurzelspitze nach oben continuirlich ab; doch lässt sich, allerdings nur durch indirecte Versuche, zeigen, dass er, namentlich längere Zeit nach erfolgter Decapitation, nahezu bis in die maximale Wachsthumszone reicht, denn schwach decapitirte und später (in der Meristemregion) einseitig verletzte Wurzeln vollziehen die Darwin'sche Krümmung nahezu in der Zone des stärksten Wachsthums, und auch bei sehr langsamem Eintritt der Darwin'schen Krümmung fällt diese nahezu oder möglicherweise sogar genau mit der maximalen Wachsthumszone zusammen. Die Zellwände decapitirter Wurzeln sind mithin ductiler als die intacter, sie setzen dem Turgor einen geringeren Widerstand entgegen, als die stark elastischen Zellen der intacten Wurzeln. Nun lässt sich zeigen, dass mit der

Zunahme der Ductilität der Zellwände einer Wurzel deren geotropische Krümmungsfähigkeit abnimmt. Dies lehren unter Wasser cultivirte Wurzeln. Dieselben erweisen sich bei flüchtiger Betrachtung als nicht geotrop. Bei genauer Prüfung zeigt sich aber folgendes, bisher nicht bekannt gewesenes Verhalten. Eine unter Wasser tauchende Wurzel krümmt sich stets schwach geotropisch, gewöhnlich später als eine in feuchter Luft oder einem feuchten Medium befindliche. Die Krümmung setzt sich aber nur wenig fort, wird bald ausgeglichen und geht aus Gründen, auf die ich nicht näher eingehe, meist in die entgegengesetzte über, während die in feuchten Medien wachsenden, ihre Krümmung bis zur Erreichung der verticalen Lage fortsetzen.

Werden decapitirte Wurzeln unter Wasser schief oder selbst horizontal aufgestellt, so geben sie keine Spur von Geotropismus zu erkennen, während Wurzeln der gleichen Art, im feuchten Raum cultivirt, häufig eine wenn auch nur schwache geotropische Krümmung erkennen lassen.

Die mitgetheilten, auf zahlreiche Versuche gestützten Erfahrungen lassen sich folgendermassen zusammenfassen: Steigerung der Ductilität der Zellwände setzt den Geotropismus der betreffenden Wurzeln herab. Da nun decapitirte Wurzeln ductiler sind als intacte, so ist in diesem Verhalten ein Moment zu suchen, welches, wie wir sehen werden, im Vereine mit anderen, den verminderten Geotropismus solcher Wurzeln begründet.

b) Herabsetzung des Turgor:

Wird eine Wurzel decapitirt und im feuchten Raume aufgestellt, so büsst sie, wie leicht einzusehen, sofort einen Theil ihres Turgor ein, wie jedes andere turgescente Organ, wenn dasselbe durchschnitten wird.

Bleibt der mit einer decapitirten Wurzel versehene Keimling im feuchten Raume stehen, so lässt sich ein neuerliches Sinken des Turgor an dem Austritte eines Flüssigkeitstropfens, welcher an der Wundstelle sich bildet, constatiren. Dass dieser Flüssigkeitsaustritt ein Sinken des Turgor zur Folge haben müsse, ergibt sich daraus, dass decapitirte Wurzeln, welche man am Wurzelhalse von den übrigen Keimtheilen trennt und so die Zu-

fuhr des Wassers abschneidet, dennoch im dunstgesättigten Raume die genannte Ausscheidung manchmal noch sehr deutlich erkennen lassen. Der Flüssigkeitstropfen erscheint gewöhnlich 2—3 Stunden nach der Decapitation und verschwindet nach einiger Zeit. Ein neuerlicher Flüssigkeitsaustritt stellt sich nicht mehr ein, woraus wohl auch zu entnehmen ist, dass der anfängliche Austritt des Wassers nicht etwa auf eine Steigerung des Turgor der decapitirten Wurzel, sondern auf einen Wasserverlust zu stellen ist.

Cultivirt man die betreffenden Keimlinge nicht im dunstgesättigten Raume, so verdunstet das aus der Schnittwunde austretende Wasser ganz oder doch so stark, dass die Ausscheidung direct nicht wahrgenommen werden kann.

Es ist wohl von vornherein schon klar, dass die Herabsetzung des Turgor eine Verminderung des Geotropismus zur Folge haben müsse. Indess schien es mir doch nöthig, dies durch besondere Versuche, speciell für Wurzeln, zu constatiren.

Die Versuche wurden in zweierlei Weise ausgeführt, indem die Herabsetzung des Turgor entweder durch Welkenlassen der Wurzeln oder dadurch bewerkstelligt wurde, dass die Wurzeln in verdünnte Kochsalzlösungen getaucht wurden.

Versuch Nr. 32. ***Pisum sativum.*** (Aus einer grösseren Aussaat wurden 24 möglichst gleiche Keimlinge ausgewählt und in Partien zu sechs getheilt. Eine Partie (*A*) wurde sofort in den dunstgesättigten Raum gebracht, die zweite (*B*) nachdem die Keimlinge durch 5 Minuten an der Luft welkten, die dritte Partie (*C*) wurde durch 10, die vierte (*D*) durch 30 Minuten welken gelassen. Alle Keimlinge wurden im feuchten Raume so befestigt, dass die Wurzeln horizontal zu liegen kamen. Temperatur = 19·5—21° C. Beginn des Versuches um $9^h\ 50^m$.)

Es waren geotropisch:

	von *A*	von *B*	von *C*	von *D*
um $12^h\ 20^m$	2	.	.	.
„ $1^h\ 20^m$	3	2	.	.
„ $2^h\ 20^m$	6	3	1	.
„ $2^h\ 40^m$	.	4	2	.
„ 3^h —	.	6	.	.

	von *A*	von *B*	von *C*	von *D*
um $3^h\ 50^m$.....	.	.	.	2
„ $4^h\ 30^m$.....	.	.	4	3
„ $7^h\ 20^m$.....	.	.	6	4

Die zwei übrigen krümmten sich nicht mehr.

Die Wurzeln dieser vier Gruppen wurden auf ihren Zuwachs geprüft, indem nachgesehen wurde, welche Längenzunahme die wachsende Region — dieselbe wurde = 10 Mm. angenommen — innerhalb 24 Stunden erfuhr. Im Durchschnitt betrug der Zuwachs bei *A* 14, bei *B* 12, bei *C* 6, bei *D* 4 Mm., woraus auch ersichtlich ist, dass mit der Abnahme der Wachsthumsfähigkeit auch der Geotropismus abnimmt, letzterer aber in viel rascherer Progression als erstere. (Vgl. obenp. 279.)

Versuch Nr. 33. *Zea Mais.*

a) Fünf Keimlinge wurden durch Eintauchen der Wurzeln (während 15 Minuten) auf erhöhten Turgor gebracht, sodann im dunstgesättigten Raume horizontal befestigt. Nach 145 Minuten war eine, nach 170 Minuten waren drei, nach 200 Minuten waren alle Wurzeln geotropisch geworden.

b) Wie in *a*; nur wurden die turgescenten Keimlinge durch 10 Minuten welken gelassen. Nach 225 Minuten war eine, nach 255 Minuten waren vier, nach 280 Minuten alle fünf Wurzeln geotropisch geworden.

c) Wie in *a*; nur wurden die turgescenten Keimlinge durch 40 Minuten welken gelassen.

Es krümmte sich nur eine einzige Wurzel geotropisch und zwar nach 360 Minuten.

Nebenher angestellte Versuche ergaben, dass die Wurzeln auch am Ende des Versuches einen desto geringeren Wassergehalt hatten, je später sie sich geotropisch krümmten.

Versuch Nr. 34. *Pisum sativum.*

Neun gleich aussehende Keimlinge wurden aus dem Keimbett (feuchtes Sägemehl) genommen, und durch eine Stunde dem Welken überlassen. Im feuchten Raume horizontal gestellt,

krümmten sich nur zwei geotropisch; aber alle wuchsen noch beträchtlich, wenn auch schwächer als ungewelkte Wurzeln. Dieser Versuch lehrt u. a., dass welkende Wurzeln sowohl bezüglich ihrer Wachsthumsfähigkeit als ihrer geotropischen Empfindlichkeit sich so wie decapitirte Wurzeln verhalten.

Aus diesen und zahlreichen anderen Versuchen ergibt sich, dass Wurzeln, deren Turgor durch Welken herabgesetzt wurde, ihre geotropische Empfindlichkeit vermindern oder gänzlich verlieren. Da nun in Folge der Decapitation der Turgor der verletzten Gewebe sinkt, so wird man auch in diesem Umstande eine der Ursachen zusuchen haben, welche den verringerten Geotropismus solcher Wurzeln bedingen.

In anderen Versuchsreihen wurde der Turgor der Wurzeln durch verdünnte Kochsalzlösungen herabgesetzt. In Lösungen, welche noch Wachsthum zuliessen, stellten sich auch geotropische Krümmungen ein. Es wurden Kochsalzlösungen von 1, 1·5, 2, 2·5, 3 und 3·5 Procent angewendet. In zwei- und höherprocentigen Lösungen stellte sich weder Wachsthum noch Geotropismus ein; wohl in den weniger concentrirten.

Stets trat die geotropische Krümmung in den schwachprocentigen Lösungen beträchtlich später als im Wasser oder in feuchter Luft ein; desgleichen stellte sich eine Verspätung und Verminderung des Geotropismus ein, wenn die Wurzeln durch Salzlösungen (schwach) plasmolytisch gemacht und dann im feuchten Raume aufgestellt wurden.

Immerhin können diese Versuche als Bestätigung des oben ausgesprochenen Satzes gelten, dass durch Herabsetzung des Turgor die geotropische Empfindlichkeit vermindert, ja vernichtet werden kann.

Diese Experimente wurden nicht so weit fortgesetzt, um zu entscheiden, ob auch bei dieser Versuchsanstellnng der Geotropismus früher erlischt als die Wachsthumsfähigkeit, d. h. ob bei einem bestimmten Procentgehalt der Kochsalzlösung noch Wachsthum eintritt, aber kein Geotropismus, was nach den, auf diese Frage bezüglichen anderweitigen, früher mitgetheilten Erfahrungen von vornherein sehr wahrscheinlich ist.

c) Zusammenwirken von gesteigerter Ductilität und vermindertem Turgor beim Wachsthum und bei den geotropischen Erscheinungen decapitirter Wurzeln.

Dass durch das Zusammenwirken dieser beiden Zustände der Geotropismus decapitirter Wurzeln herabgesetzt, und zwar mehr herabgesetzt werden muss, als durch jeden dieser Zustände allein, ist ganz selbstverständlich.

Dass aber die gesteigerte Ductilität die Verlängerung einer Wurzel begünstigen muss, während der verminderte Turgor in entgegengesetzter Richtung thätig sein wird, ist nicht minder einleuchtend, und daraus ergibt sich, wesshalb decapitirte Wurzeln nicht in dem Verhältnisse im Wachsthum zurückbleiben als ihr Geotropismus vermindert wird. Das Factum selbst ist schon im Bewegungsvermögen constatirt, in vorliegender Abhandlung aber noch in viel eingehenderer Weise als dort dargelegt und auch erklärt worden. Gerade das Übersehen dieses Verhältnisses ist der Grund der Verwirrung, welche die Darwin'sche Reizhypothese hervorgerufen hat. Die Retardation des Wachsthums von in feuchten Medien gezogenen decapitirten Wurzeln — mit anderen Medien hat weder Darwin noch alle übrigen in der Frage thätigen Forscher gearbeitet; das ganz abweichende Verhalten decapitirter, unter Wasser cultivirter Wurzeln wurde zuerst durch die vorliegende Arbeit aufgedeckt — ist schwierig zu finden; Darwin liess sich bloss durch den Augenschein leiten und glaubte, die decapitirten Wurzeln wachsen ebenso stark als intacte und verhalten sich überhaupt bis auf den Mangel der Spitze normal. Durch dieses Übersehen war der Irrthum, den er lehrte, möglich geworden.

Die Steigerung der Ductilität decapitirter Wurzeln ist offenbar ein pathologischer Zustand, und dieser ist es, welcher unter Wasser cultivirte, ihrer Spitze beraubte Wurzeln sogar zu einer stärkeren Verlängerung zwingt als intacte. Wir haben es deshalb in dieser Überverlängerung mit einem abnormen Zustand zu thun und deshalb bleibt der Satz, dass mit der Abnahme der Wachsthumsfähigkeit — innerhalb gewisser Grenzen — der Geotropismus abnimmt, aufrecht.

Durch das geschilderte Verhalten lässt sich nun auch jene merkwürdige und bisher übersehene Erscheinung erklären, dass

intacte Wurzeln unter Wasser wohl — im schwachen Grade — geotropisch werden, die gewonnene Krümmung aber sehr frühzeitig wieder ausgleichen. Es wird nämlich die Ductilität der Zellwände, wie wir gesehen haben, auch an intacten Wurzeln gesteigert, wenn sich dieselben unter Wasser befinden; es wird aber auch der Turgor solcher Wurzeln gesteigert. Beide Zustände, in einem bestimmten Grade ausgebildet, könnten den Geotropismus der unter Wasser befindlichen Wurzeln vollständig aufheben. Da aber der Geotropismus anfangs auftritt, später aber ausgelöscht wird, so folgt, dass die Ductilität der Zellwände anfänglich noch gering ist und eine schwache geotropische Krümmung zulässt, und sich erst später so sehr steigert, um dieselbe aufzuheben und den Fortgang des Geotropismus unmöglich zu machen.

Die Ductilitätzunahme steht, wie ich hier noch einschalten will, mit der Turgorabnahme in einem gewissen Zusammenhange. Je geringer der Widerstand wird, den die Wand dem Drucke des flüssigen Zellinhaltes entgegensetzt, desto mehr muss dieser Druck abnehmen.

d) Unregelmässige Krümmungen decapitirter Wurzeln.

Sachs[1] hat zuerst auf ein eigenthümliches Verhalten decapitirter Wurzeln aufmerksam gemacht. Er zeigte, dass solche Wurzeln sehr unregelmässige Krümmungen annehmen, selbst wenn sie unter sehr günstigen Verhältnissen gezogen werden. Diese Krümmungen können bei Prüfung auf Geotropismus leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Horizontal gerichtete Wurzeln können in Folge der Verletzung ebenso gut nach unten, als nach oben, nach rechts oder links sich wenden. Nach unten gehende Krümmungen können dann leicht fälschlich als geotropische gedeutet werden.

Um nun nicht einer groben Täuschung ausgesetzt zu sein, muss man sowohl auf die Zahl der nach abwärts gekrümmten Wurzeln, als auch auf den Grad ihrer Krümmung achten. Wenn die Zahl der sich nach abwärts krümmenden Wurzeln nicht eine grössere ist als diejenige, welche die nach anderen Richtungen

[1] Arbeiten des bot. Inst. zu Würzburg. Bd. I. 432 und 433.

sich kehrenden beziffert, so ist der Schluss auf Geotropismus gewiss gefehlt. Aber es ist noch etwas anderes zu beachten. Die geotropische Krümmung decapitirter Wurzeln ist stets nur eine schwache, während die „unregelmässigen" Krümmungen in sehr verschiedenem Grade auftreten. Man wird unter Beachtung dieses Umstandes manche Abwärtskrümmung, namentlich eine sehr starke, sofort als eine nicht durch Geotropismus hervorgerufene erkennen, und so den Resultaten eine grössere Sicherheit geben können. Findet man nun, dass an einer grösseren Zahl decapitirter Wurzeln eine relativ grosse Zahl von Wurzeln sich schwach nach abwärts krümmt, so wird man mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen dürfen, dass solche Wurzeln noch geotropisch sind. Darwin und alle anderen Beobachter haben nur auf diese Art den Geotropismus decapitirter Wurzeln geprüft. Allein, wie ich schon bemerkte, ich begnüge mich nicht mit einem Wahrscheinlichkeitsresultate und werde in den nächsten Paragraphen durch ein zwingendes Experiment beweisen, dass die decapitirten Wurzeln noch geotropisch sind.

Bevor dieses Experiment entschieden hat, könnte man uns allen, die wir mit decapitirten Wurzeln gearbeitet haben, sagen, dass das, was wir als Geotropismus deuteten, vielleicht so ausgelegt werden kann, durch unsere Versuche aber noch nicht der unumstössliche Beweis geliefert ist, dass derartige Wurzeln überhaupt noch geotropisch sind. Der gegen uns erhobene Einwand fände vielleicht noch darin eine Stütze, dass Wurzeln, welche horizontal gestellt wurden, in Folge der Lastwirkung schon die Tendenz haben, sich nach abwärts zu bewegen, das Nachabwärtswenden solcher Wurzeln also auch als Belastungsphänomen aufgefasst werden könnte.

Ergäbe das Experiment ein negatives Resultat, so würde dies weder zu Gunsten der Darwin'schen, noch zu Gunsten meiner Behauptung sprechen. Die Anhänger der ersten Ansicht würden daraus ableiten können, dass ohne Wurzelspitze kein Geotropismus möglich sei, während ich die Aufhebung des Geotropismus als Folge der Verletzung betrachten würde. Ergäbe aber das Experiment ein positives Resultat, zeigte es, dass eine decapitirte Wurzel noch — wenn auch im verminderten Grade —

geotropisch ist, so wäre damit der Beweis geliefert, dass von der Spitze der Geotropismus nicht ausgehen könne.

Ich kehre nochmals zu den unregelmässigen Bewegungen decapitirter Wurzeln zurück. Wie kommen dieselben zu Stande? Es ist mehrfach u. a. von Kirchner[1] und von Molisch[2] auf den Umstand aufmerksam gemacht worden, dass ein schiefer, durch die Wurzelspitze geführter Schnitt eine Krümmung im Sinne der Darwin'schen Krümmung inducire. Auch ein geringes Abweichen von der senkrechten Schnittrichtung kann zu der letztgenannten Krümmung führen. Durch genaue Beobachtung an Wurzeln, welche in möglichst senkrechter Richtung decapitirt wurden, lässt sich indess zeigen, dass die genannten Krümmungen der Wurzeln ganz eigener Art sind. Ihr Zustandekommen liesse sich unter der wohl plausiblen Annahme erklären, dass die Verletzung der Spitze durch Anschnitt, Ätzungen etc. einen rohen Eingriff in das Leben der Wurzel bedeutet, welcher die Richtung des Stromes plastischer Stoffe, die sonst der Spitze zugeführt und dort zum Aufbaue neuer Zellen verwendet werden, in sehr unregelmässiger Weise verändert. Der geänderte Zustand der Wand, welcher nach der Decapitation eintritt, ist aber wohl auf Zufuhr von plastischen Stoffen seitens der Reservestoffbehälter zurückzuführen. Wenn nun diese Zufuhr plötzlich unregelmässig wird, so muss sich nothwendigerweise auch eine unregelmässige Veränderung der Wandbeschaffenheit einstellen: einzelne unregelmässig vertheilte Gewebspartien werden relativ ductiler, und diese bezeichnen die convexen Stellen der später sich einstellenden unregelmässigen Krümmungen. Dass die unregelmässige Bewegung der plastischen Stoffe auch eine locale Turgoränderung herbeiführen könnte, ist nicht ausgeschlossen; träte dieselbe thatsächlich ein, so wäre auch sie bei dem Zustandekommen der in Rede stehenden Krümmungen betheiligt.

4. Nachweis des Geotropismus decapitirter Wurzeln durch den Knight'schen Rotationsversuch.

Die möglichst sicherste Entscheidung darüber, ob ein Organ geo-tropisch ist oder nicht, liefert der Knight'sche Rotations-

[1] L. c. p. 14. — [2] L. c. p. 28. (924).

versuch. Indem man wachsende Keimlinge der Centrifugalkraft unterwirft, variirt man gewissermassen den geotropischen Versuch etwa in der Weise, wie wenn man heliotropische Pflanzentheile einer veränderten Beleuchtung aussetzt. Da die Acceleration der Schwere für den Beobachtungsort constant ist, so hat man kein anderes Mittel, um den Grad des Geotropismus zu steigern, als die Substitution der Schwerkraft durch die Fliehkraft. An der Hand solcher Versuche wies Sachs[1] mit Sicherheit den Geotropismus von Nebenwurzeln nach, welcher nach gewöhnlicher Prüfung nur schwer und unsicher zu constatiren war.

Der Apparat, den ich zu meinen Rotationsversuchen benützte, lässt an Präcision nichts zu wünschen übrig, und doch ist seine Construction eine höchst einfache. Er unterscheidet sich in einigen wesentlichen Punkten von den gewöhnlich benützten Rotationsapparaten; eine kurze Beschreibung desselben dürfte desshalb manchem Leser nicht unwillkommen sein.

Bei der Construction des Apparates wurde ich von meinem verehrten Collegen Herrn Prof. Victor von Lang nicht nur auf das Werkthätigste unterstützt, er hatte auch die Güte, denselben unter eigener Leitung in der Werkstätte des ihm unterstehenden physikalischen Cabinetes ausführen zu lassen. Für beides sage ich ihm innigsten Dank. Dieser Apparat arbeitet ohne Treibriemen oder ähnliche Übertragungsvorrichtungen, denn der Übergang von horizontaler zu verticaler Drehaxe geschieht durch einfache Umlegung.

Die Construction ist die folgende. Unmittelbar an der Drehscheibe eines kleinen Schmid'schen Wassermotors[2] („hydraulischer Rotationsmotor Nr. 2"), über welcher sonst die zur Bewegungsübertragung dienende Schnur oder Saite läuft, ist eine grosse aus hartem Holze gefertigte kreisrunde 46 Ctm. im Durchmesser haltende Holzplatte centrisch so befestigt, dass sie sich mit ersterer dreht und eigentlich nichts anderes als eine vergrösserte Drehscheibe darstellt. Auf dieser Holzplatte werden in Hülsen durch Schrauben jene Gefässe, welche zur Aufnahme der Versuchspflänzchen dienen, festgehalten. Es liess sich leicht eine einfache Construction finden, um die Gefässe erstens in ver-

[1] Arbeiten des bot. Inst. zu Würzburg Bd. I. 606 ffd.

[2] Aus der Maschinenfabrik von A. Schmid in Zürich.

schiedener Entfernung vom Drehungsmittelpunkt der Scheibe und zweitens so befestigen zu können, dass die Axe der Versuchspflanze je nach Bedarf parallel oder senkrecht zur Drehungsaxe eingestellt werden konnte.

An der Unterseite des vertical aufgestellt gedachten Motors ist eine rechteckige Metallplatte festgeschraubt, welche mit einer zweiten ebenso gestalteten auf einem Holzblock befestigten, durch ein Charnier derart verbunden ist, dass der Drehscheibe je nach Belieben eine horizontale oder eine verticale Lage gegeben werden kann. Die Umdrehungsgeschwindigkeit dieses Apparates konnte durch den Wasserzufluss geregelt werden. Bei vollständiger Öffnung des Hahnes machte die Scheibe 8·8 Umdrehungen in der Secunde, wie mittelst Tourenzähler und Secundenuhr ermittelt wurde, was bei meiner Versuchsanstellung einer Fliehkraft von 61 *g*. entspricht, wobei *g* die Acceleration der Schwere bedeutet. Bei regulirtem oder überhaupt gleichmässigem Wasserzufluss ist die Bewegung eine höchst gleichmässige.

Zur Aufnahme der Keimlinge dienten zweierlei Gefässe (Hohlcylinder mit Boden), die sich in gleicher Weise bewährten. Eine Art war aus porösem Thon gefertigt. Die Keimlinge wurden mittelst Nadeln an Kork aufgesteckt, der an der Seitenwand angekittet war. Diese Gefässe wurden vor dem Versuche mit Wasser durchtränkt, am Boden durchnässte Watte festgeklemmt und die Öffnung mit einer mehrfachen Lage von Filterpapier verschlossen. Während der Rotation wurden die Gefässe durch Wasser, welches tropfenweise aus einem Trichter abfloss, fortwährend feucht gehalten. Die anderen Gefässe waren aus Glas; auf ihrem Grunde befand sich eine dünne Wasserschichte. Die obere Öffnung wurde durch einen Pfropf fest aber nicht luftdicht verschlossen; der Pfropf diente gleichzeitig zur Befestigung der Keimlinge.

Die Wurzeln jedes zu den Rotationsversuchen benützten Keimlings waren von der Spitze an in Abständen von 1 zu 1 Mm. zart markirt, um constatiren zu können, ob dieselben während des Versuches wuchsen, um wie viel sie sich verlängerten, und in welcher Zone die Krümmungen stattfanden. Die Befestigung der Wurzeln erfolgte stets derart, dass die letzteren im Beginne des Versuches zur horizontalen Drehscheibe senkrecht zu stehen kamen.

Stets wurden intacte Keimlinge mit decapitirten verglichen und zunächst constatirt, dass, wenn die Abtragung der Spitze in gewöhnlicher Weise, nämlich in der Strecke eines Millimeters statthatte, ausnahmslos eine Krümmung der Wurzel nach aussen eintrat, wenn dieselbe überhaupt wuchs, was, einige vereinzelte Ausnahmen abgerechnet, stets der Fall war. Um mich auch zu überzeugen, dass die Krümmung nicht etwa eine rein passive sei, liess ich markirte Keimlinge in luftdicht geschlossenen, mit Kohlensäure gefüllten Gefässen rotiren; es zeigte sich unter diesen Verhältnissen weder eine Krümmung noch eine Spur von Wachsthum. Die Wurzeln solcher Keimlinge kehrten sich selbst nach 8stündigem raschen Rotiren bei einer Fliehkraft von 41 g, nicht nach aussen. Übrigens erfolgte in den gewöhnlichen Versuchen die Krümmung sowohl der decapitirten als der intact gebliebenen stets in den Zonen stärksten Wachsthums, woraus sich ergibt, dass das Wenden derselben gegen die Peripherie des Centrifugalapparates zu als ein Wachsthumsphänomen aufgefasst werden muss.

Versuch Nr. 35. Keimlinge von ***Zea Mais.***

Temperatur 15—17° C. Fünf Umdrehungen in der Secunde. F = Fliehkraft = $20g$[1]. Dauer des Versuches genau 6 Stunden.

	Intacte Wurzeln[2]			Decapitirte Wurzeln (Grösse des abgeschnittenen Wurzelstückes = 1 Mm.		
	A_o	A_n			A_o	A_n
	in Millimeter				in Millimeter	
a	10·5	13		a'	10	11·5
b	9	11·5		b'	10·5	12·5
c	9·5	12·5		c'	9·5	12·5
d	10	13		d'	9	11·5
e	8	11·5		e'	11	11
f	12	15·5		f'	12	13·5
g	12·5	15·5		g'	11·5	13

[1] Die Berechnung der Fliehkraft erfolgte nach der bekannten Formel

$$F = \frac{4\pi^2 r}{gt^2} = 4 \cdot 024 \frac{r}{t^2}.$$

[2] A_o bezeichnet Anfangslänge der Wurzel, A_n die Länge der Wurzel am Ende des Versuches.

Mit Ausnahme der Wurzel *e'*, welche gar nicht wuchs, krümmten sich alle nach auswärts und zwar alle in der Zone des stärksten Wachsthums, die intacten beträchtlich stärker als die decapitirten, doch waren unter den letzteren einige sehr auffallend gekrümmte, besonders *c'*, welche etwa unter einem Winkel von 45° nach aussen wies.

Versuch Nr. 36 Keimlinge von *Zea Mais*.

Temperatur 16·5—18° C. Sieben Umdrehungen in der Secunde. $F = 41\ g$. Dauer des Versuches genau 6 Stunden.

Intacte Wurzeln — Decapitirte Wurzeln. (Grösse des abgeschnitt. Wurzelstückes = 1 Mm.)

Die in Millimeter getheilten Zonen hatten, von der Spitze nach aufwärts, am Ende des Versuches folgende Dimension:

a	1·0,	1·8,	2·2,	1·5,	1·2,	1·0	*a'*	1·0[1]	1·3,	1·6,	1·8,	1·2, 1·0[1]
b	1·0,	1·5,	1·8,	1·8,	1·6,	1·0	*b'*	1·0,	1·1,	1·3,	1·6,	1·2, 1·0
c	1·0,	1·6,	2·0,	1·8,	1·5,	1·0	*c'*	1·0,	1·3,	1·8,	1·3,	1·2, 1·0
d	1·0,	1·6,	2·2,	1·6,	1·2,	1·0	*d'*	1·0,	1·5,	2·0,	1·4.	1·1, 1·0

Alle Wurzeln krümmten sich nach aussen, die intacten stärker als die decapitirten, doch waren auch die letzteren beträchtlich etwa unter Winkel von 45—60° nach aussen gekehrt, die Spitze von *c'* wies fast horizontal nach der Peripherie des Rotationsapparates.

Zahlreiche andere mit Mais, Erbse, *Phaseolus multiflorus*, und *Vicia Faba* unternommene Experimente ergaben im Wesentlichen dasselbe Resultat: jede in einer Strecke von 1 Mm. geköpfte Wurzel, mit Ausnahme einiger weniger, welche gar nicht wuchsen und desshalb gar nicht in Betracht kommen konnten, liess bei den Rotationsversuchen scharf ausgeprägten Geotropismus erkennen.

Aber die Keimwurzeln der genannten Pflanzen vertrugen unbeschadet ihres Geotropismus noch eine viel stärkere Decapitation. Bei Abtragung einer Strecke von 2 Mm. konnte ich stets noch deutliche Auswärtskrümmung constatiren, ja selbst bei einer noch weiter gehenden Verletzung, nämlich bei einer 2—3 Mm.

---

[1] Des Vergleiches halber wurde die unterste (decapitirte) Strecke ebenfalls notirt.

betragenden Decapitation liess sich oft noch eine merkliche Auswärtskrümmung wahrnehmen. Hier geht aber die Verletzung schon so weit, dass die den Stumpf begrenzende Schnittfläche bereits in die wachsende Region hineinreicht. Angesichts dieser Thatsache wäre die Behauptung, es sei in diesem Falle doch noch ein reizbares Stück der Wurzelspitze an dem Stumpfe zurückgeblieben und dieses verursache die (geotropische) Krümmung, sinnlos.

Will man noch starke Auswärtskrümmung erhalten, so darf die Decapitation nicht über eine gewisse Grenze (bei Mais und Erbse liegt diese Grenze bei 1—1·5; bei *Phaseolus multiflorus* bei 1·5—2 Mm.) nicht hinausgehen; von da an fällt sichtlich in Folge zu starker Verletzung die geotropische Reactionsfähigkeit und auch das Wachsthum der Wurzeln. Erbsenwurzeln, welche nach Abtragung einer Strecke von 0·5—1·5 Mm. sich beim Rotationsversuche noch stark nach aussen kehrten (und wie nebenher angestellte Versuche lehrten, sich in 30 Stunden um 24·5—27 Mm. beziehungsweise um 14·5—17 Mm. verlängerten), boten schon bei Abtragung von 2 Mm. (wobei das Wachsthum in 30 Stunden 5·5—6·0 Mm. betrug) eine weitaus schwächere Auswärtskrümmung dar.

Aus diesen Versuchen ergibt sich auf das Unzweifelhafteste, dass alle noch stark wachsenden decapitirten Wurzeln sich bei Vornahme des Knight'schen Rotationsversuches noch sehr beträchtlich geotropisch zeigen. Die Verminderung des Geotropismus decapitirter Wurzeln ist, wie oben gezeigt wurde, die Folge der Verletzung. Diesen Thatsachen gegenüber lässt sich die Darwin'sche Reizhypothese unmöglich aufrecht erhalten.

Zusammenfassung der wichtigeren Resultate.

1. Durch einseitige Verletzung der Wurzelspitze wird in der über letzterer gelegenen wachsenden Region eine Doppelkrümmung hervorgerufen: die eine (Hauptkrümmung) liegt im unteren, die andere (Nebenkrümmung) im oberen Theile der wachsenden Wurzelstrecke. Nur die Hauptkrümmung war bis jetzt bekannt und zwar als Darwin'sche Krümmung. Da beide durch die

Verletzung verursacht werden, so dürfte es zweckmässig sein, den Begriff der Darwin'schen Krümmung auch auf die Nebenkrümmung auszudehnen.

2. Die Nebenkrümmung tritt unter günstigen Bedingungen gewöhnlich schon etwa eine halbe Stunde nach erfolgter Verletzung ein, später, oft erst nach ein bis zwei Stunden die Hauptkrümmung. Erstere verschwindet frühzeitig, letztere bleibt viel länger erhalten und kann unter Umständen, die noch erörtert werden sollen, zu einer bleibenden werden.

3. Früher und energischer als im feuchten Raume stellt sich die Darwin'sche Krümmung ein, wenn die verletzte Wurzel unter Wasser cultivirt wird.

4. Die Nebenkrümmung stellt sich stets in der über der maximalen Wachsthumszone gelegenen Region der Wurzel ein.

5 Der Ort der Hauptkrümmung ist etwas veränderlich: Bei raschem Eintritt derselben liegt sie entschieden unterhalb der maximalen Wachsthumszone, bei langsamem Verlaufe des Processes (bei niederer Temperatur, schwacher Verletzung etc.) erhebt sie sich gegen die maximale Wachsthumszone zu und scheint auch mit dieser zusammenfallen zu können, was sich aber bei der Unvollkommenheit der Methode nicht mit Sicherheit ermitteln liess.

6. Folgende von mir aufgefundene Thatsachen lassen sich zur Erklärung der Darwin'schen Hauptkrümmung heranziehen.

a) Der Turgor der über der Wundstelle liegenden Zellen nimmt nach oben ab; auch der Turgor der Zellen, welche an der der Wundstelle gegenüberliegenden Wurzelseite liegen, sinkt nach oben, aber in geringerem Grade. Die Nebenkrümmung bezeichnet den Ort des grössten Turgors in der verletzten Wurzel. Diese Krümmung vollzieht sich auch unterhalb der Wachsthumstemperatur und ist zweifellos eine blosse Turgorkrümmung.

b) Die geänderte Stoffleitung einer decapitirten oder an der Spitze verletzten Wurzel führt Substanzen, welche sonst zur Zellbildung an der Vegatationsspitze verwendet werden, den darüber liegenden Geweben zu, wodurch der physikalische Character der Zellenmembranen verändert wird: diese werden dehnsamer, und selbst schwacher Turgor

vermag die betreffenden Zellen stärker zu dehnen, als die analogen Zellen intacter Wurzeln.

c) Diese vermehrte Ductilität ist in jener Wurzelstrecke nachweisbar, in welcher die Darwin'sche Hauptkrümmung sich vollzieht, wie plasmolytische Versuche gelehrt haben. Die Erscheinung stellt sich besonders bei Cultur der Wurzeln unter Wasser ein und dies ist der Grund, warum die Darwin'sche Krümmung unter Wasser sich energischer vollzieht.

Die Darwin'sche Krümmung (Hauptkrümmung) beruht mithin auf einer stärkeren Streckung der über der Wundstelle gelegenen Zellen, welche Streckung sich als Folge der grösser gewordenen Dehnbarkeit der betreffenden Zellmembranen einstellt.

7. Die Darwin'sche Hauptkrümmung vollzieht sich nur innerhalb der Wachsthumstemperatur, aber nicht genau proportional der durch die Temperatur bedingten Wachsthumsenergie. Diese Krümmung ist mithin im Wesentlichen als ein Wachsthumsphänomen zu betrachten.

8. Die Darwin'sche Krümmung kann mit der geotropischen sich combiniren.

9. Liegt die Hauptkrümmung deutlich unterhalb der Zone des stärksten Wachsthums, so wird sie später durch Geotropismus ausgeglichen. Rückt sie dieser Zone nahe (oder fällt sie mit dieser zusammen, was sich indess, wie oben bemerkt, nicht sicher entscheiden lässt), so erfolgt kein oder nur ein unvollkommener Ausgleich der Hauptkrümmung.

10. Dass der Hydrotropismus ein specieller Fall der Darwin'schen Krümmung ist, wie Molisch zuerst angab, wurde auf Grund der neu erschlossenen Kriterien bestätigt gefunden.

11. Der Totalzuwachs in feuchten Medien cultivirter decapitirter Wurzeln ist geringer, als der intact gebliebener, wie ich schon im „Bewegungsvermögen" nachgewiesen habe. Hingegen zeigt die untere an die Wurzelspitze angrenzende Zone solcher Wurzeln in Folge der schon erwähnten Verstärkung der Dehnbarkeit der Zellwände eine verstärkte Dehnung. Bei unter Wasser cultivirten decapitirten Wurzeln geht aber diese (patho-

logische) Dehnung so weit, dass der Totalzuwachs solcher Wurzeln grösser ist als der intacter.

12. Die Decapitation der Wurzeln ruft Verminderung des Turgors der Zellen hervor. Da nun mit der Abnahme des Turgors der Zellen (wie Versuche mit welkenden und schwach plasmolysirten Wurzeln lehrten) die geotropische Reactionsfähigkeit vermindert und auch die Steigerung der Ductilität der Zellwände den Geotropismus herabsetzt, so folgt, dass decapitirte Wurzeln schwächer geotropisch sein müssen als intacte.

13. Da sich der Geotropismus decapitirter Wurzeln nach gewöhnlicher Methode schwer nachweisen lässt, weil solche Wurzeln, wie Sachs zuerst beobachtete, sehr unregelmässige Krümmungen annehmen, so wurde zur Entscheidung der Frage, ob decapitirte Wurzeln noch geotropisch sind, der Knight'sche Rotationsversuch angewendet, welcher lehrte, dass Wurzeln, welche in einer Strecke bis 2 Mm. decapitirt wurden, sich noch geotropisch reactionsfähig erweisen. Unter günstigen Bedingungen erhält man dieses Resultat selbst dann noch, wenn man 3 Mm. von der Spitze abträgt, in welchem Falle die Wundfläche schon in der wachsenden Region liegt.

14. Die von Darwin aufgestellte Reizhypothese, der zufolge die Wachsthumsbewegungen der Wurzel von der als reizbar angenommenen Wurzelspitze ausgehen sollen, hat sich mithin als unhaltbar erwiesen.

Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais. Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe erscheinen daher vom Jahre 1872 (Band LXV) an in folgenden **drei** gesonderten **Abtheilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

I. Abtheilung: Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

II. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

III. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichniss ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden vom Jahre 1880 an noch in besonderen Heften unter dem Titel: „Monatshefte für Chemie und verwandte Theile anderer Wissenschaften“ herausgegeben. Der Pränumerationspreis für einen Jahrgang dieser Monatshefte beträgt 5 fl. oder 10 Mark.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Auszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIX. BAND. IV. und V. HEFT.

Jahrgang 1884. — April und Mai.

(Mit 8 Tafeln und 16 Holzschnitten.)

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1884.

INHALT

des 4. und 5. Heftes April und Mai 1884 des LXXXIX. Bandes I. Abtheilung der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

Seite

X. Sitzung vom 3. April 1884: Übersicht 305

XI. Sitzung vom 24. April 1884: Übersicht 309

XII. Sitzung vom 8. Mai 1884: Übersicht 315

v. Hochstetter, Siebenter Bericht der prähistorischen Commission der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften über die Arbeiten im Jahre 1883. (Mit 8 Tafeln und 16 Holzschnitten.): [Preis: 1 fl. 50 kr. = 3 RMk.]

1. Bericht über die Ausgrabungen in der Höhle „Berlova jama" nächst Nussdorf in Krain. (Mit 2 Holzschnitten.) Von C. Moser 321
2. Bericht über die Necropole von Vermo nächst Mitterburg-Pisino in Istrien. (Mit 5 Tafeln und 5 Holzschnitten.) Von C. Moser 329
3. Ausgrabungen in den mährischen Höhlen im Jahre 1883. (Mit 2 Holzschnitten.) Von J. Szombaty 353
4. Urnenfunde nächst Kožušan bei Olmütz. (Mit 1 Tafel.) Von W. Müller 359
5. Über die Hügelgräber von Frög bei Rosegg in Kärnten und die in denselben gefundenen Bleifiguren. (Mit 1 Tafel und 4 Holzschnitten.) Von F. v. Hochstetter 364
6. Die Hügelgräber von Roviše in der Pfarre Bründl (Studenz) im Gerichtsbezirke Gurkfeld in Unterkrain. (Mit 1 Tafel und 3 Holzschnitten.) Von C. Deschmann, mit einem Anhange von F. v. Hochstetter 378

Rimmer, Über die Nutationen und Wachsthumsrichtungen der Keimpflanzen. [Preis: 25 kr. = 50 Pfg.] 393

XIII. Sitzung vom 15. Mai 1884: Übersicht 423

XIV. Sitzung vom 23. Mai 1884: Übersicht 437

Preis des ganzen Heftes: 1 fl. 80 kr. = 3 RMk. 60 Pfg.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIX. Band. IV. Heft.

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

X. SITZUNG VOM 3. APRIL 1884.

In Verhinderung des Vicepräsidenten führt Herr Hofrath Dr. Petzval den Vorsitz.

Herr Prof. Dr. A. Adamkiewicz in Krakau übersendet eine vorläufige Mittheilung über „Neue Rückenmarkstinctionen.“ (II) „Ergebnisse der Safraninfärbung am kranken Rückenmarksgewebe.“

Herr Dr. M. Löwit, Privatdocent und Assistent am Institute für experimentelle Pathologie der deutschen Universität in Prag, übersendet eine Mittheilung seiner „Beiträge zur Lehre von der Blutgerinnung: I. „Über das coagulative Vermögen der Blutplättchen“.

Herr Prof. J. V. Janovsky an der höheren Staatsgewerbeschule in Reichenberg übersendet eine Abhandlung: „Über directe Substitutionsproducte des Azobenzols und ein asymmetrisches Triamidobenzol.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Der Polymorphismus von *Chaetophorus populi* L.“, von Herrn Dr. E. Witlaczil in Wien.
2. „Die Fluthwellen und deren Rückwirkung auf die Configuration der Erdoberfläche“, von Herrn Moriz Stransky in Wien.
3. „Beiträge zur Entwicklung der Geschmacksknospen“, von Herrn Dr. Alex. Lustig in Innsbruck.

Ferner legt der Secretär vier Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der technischen Hochschule in Wien vor, und zwar:

1. „Uber das Morin“, von den Herren Dr. R. Benedikt und K. Hazura.

2. „Über Diresorcin und Diresorcinphtalëin“, von den Herren Dr. R. Benedikt und P. Julius.
3. „Über Resorcinäther“, von den Herren K. Hazura und P. Julius.
4. „Über eine neue Reaction des Benzidins“, von Herrn P. Julius.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia nacional de ciencias en Córdoba: Actas. Tomo IV, Entrega 1ª. Buenos Aires, 1882; folio.

— — Boletin. Tomo V, Entrega 1ª & 2ª. Buenos Aires, 1883; 8°.

— — Informe oficial de la Comision cientifica agregada al Estado mayor general de la Expedicion al Rio negro. Entrega I. Zoologia. Buenos Aires, 1881; folio. — Entrega II. Botánica. Buenos Aires, 1881; folio — Entrega III. Geologia. Buenos Aires, 1882; folio.

Académie royale de sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique: Bulletin. 53e année, 3e série, tome 7. Nr. 1. Bruxelles, 1884; 8°.

Ackerbau-Ministerium, k. k.: Statistisches Jahrbuch für 1881, II. Heft. Wien, 1884; 8°.

Annales des Mines. 8e série, tome III. 2e & 3e livraisons. Paris, 1883; 8°.

— des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents. 4e année, 6e série, 2e cahier, 1884. Février. Paris; 8°.

Berichte, mathematische u. naturwissenschaftliche aus Ungarn. I. Band (October 1882—Juni 1883). Berlin; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VIII. Nr. 20 bis 23. Cöthen, 1884; 4°.

Comptes rendus des séances de l' Académie des sciences. Tome XCVIII. Nos 10 & 11. Paris, 1884; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. V. Jahrgang. 1884. Heft III: März. Berlin, 1884; 4°.

Geological Survey of India: Records. Vol. XVII. Part 1. 1884. Calcutta, 1883; 8°.

Geologische Anstalt, königlich ungarische: Mittheilungen aus dem Jahrbuche. VII. Band, I. Heft. Budapest, 1884; 8°.

Geschichtsverein und naturhistorisches Landesmuseum in Kärnten: Carinthia, Zeitschrift für Vaterlandskunde, Belehrung und Unterhaltung. LXXIII. Jahrgang. 1883. Klagenfurt; 8°.

Gesellschaft, ungarische geologische: Zeitschrift. XIV. Band. 1—3 Heft. Budapest, 1884; 8°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XVII. Jahrgang. Nr. 5. Berlin, 1883; 8°.

— naturwissenschaftliche Isis in Dresden: Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrgang 1883. Juli bis December. Dresden, 1884; 8°.

— physikalisch-chemische: Berichte. XVI. Band. Nr. 2, St. Petersburg, 1884; 8°.

Indian Meteorological Department. Vol. II, part II. Calcutta, 1883; folio. — Report on the Administration in 1882—83. Calcutta; folio.

Institut Egyptien: La propriété foncière en Égypte par Yacoub Artin-Bey. Le Caire, 1883; 8°.

Institute, the North of England of Mining and mechanical Engineers: Transactions. Vol. XXXIII. Part III. Newcastle-upon-Tyne, 1884; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1882. II. Heft. Giessen, 1884; 8°.

Johns Hopkins University: American chemical Journal. Vol. VI. Nr. 1. Baltimore, 1884; 8°.

— — American Journal of Mathematics. Vol. VI. Nr. 3 Baltimore, 1884; 4°.

— — The American Journal of Philology. Vol. IV. Nr. 4. Baltimore, 1883; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. 30. Band, 1884. III. Gotha; 4°.

Nature. Vol XXIX. Nrs. 751 & 752. London, 1884; 8°.

Société entomologique de Belgique: Annales. Tome XXVII. Bruxelles, 1883; 8°.

— philomatique de Paris: Bulletin. 7ᵉ série, tome 8ᵉ. Nr. 2. 1883—1884, Paris, 1884; 8°.

Society, the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLIV. Nr. 4. London, 1884; 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XXVIII. Band, 2. Heft. 1884. Wien; 8°.

— für siebenbürgische Landeskunde: Archiv N. F. XIX. Band. 1. Heft. Hermannstadt, 1884; 8°.

— — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1882/3. Hermannstadt; 8°.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Vierte Folge, II. Band, 6. Heft; der ganzen Reihe LVI. Band. Halle a. S., 1883; 8°.

XI. SITZUNG VOM 24. APRIL 1884.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 11. April d. J. erfolgten Ableben des ausländischen Ehrenmitgliedes dieser Classe, des Herrn Jean Baptiste Dumas, Senator und Director der Münze zu Paris.

Die Versammlung gibt ihrem Beileide durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Der Offenbacher Verein für Naturkunde ladet die Akademie zur Theilnahme an seinem fünfundzwanzigjährigen Stiftungsfest ein, welches derselbe am 11. Mai d. J begehen wird.

Das c. M. Herr Prof. F. E. Schulze (Graz) zeigt seine Berufung an die Universität nach Berlin, beziehungsweise seinen Übertritt in die Reihe der ausländischen correspondirenden Mitglieder dieser Classe an.

Das Directorat des erzbischöflichen Obergymnasiums in Tyrnau dankt für die Betheilung dieser Anstalt mit akademischen Schriften.

Das w. M. Herr Hofrath v. Hochstetter übersendet für den siebenten Bericht der prähistorischen Commission den fünften Detailbericht: „Über die Hügelgräber bei Frög unweit Rosegg in Kärnten und die in denselben gefundenen Bleifiguren.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Arithmetische Theoreme“, von Herrn Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck.
2. „Die aromatischen Säuren als farbstoffbildende Substanzen“ (Vorläufige Mittheilung), von Herrn Prof. K. Zulkowsky in Brünn.

3. „Ein Beitrag zur Transformation und Auswerthung bestimmter Integrale“, von Herrn Prof. F. J. Obenrauch in Neutitschein.
4. „Über die Rotation des Mondes“, von Herrn W. Stephanie, Fabriksbesitzer in Hainburg.
5. „Über das Polarlicht“, Mittheilung von Herrn J. Unterweger, Landes-Bürgerschullehrer in Judenburg.

Ferner legt der Secretär versiegelte Schreiben behufs Wahrung der Priorität vor, und zwar:

1. Von Herrn Dr. Albert Stiassny in Wien. Dasselbe führt die Aufschrift: „Verfahren, um Eisen und Stahl durch galvanisches Vernickeln gegen Rost zu schützen.“
2. Von Herrn Franz Pabisch, Maschinist in Wien, welches angeblich die Beschreibung seiner Erfindung einer elektrischen Glühlampe von doppelter oder dreifacher Dauer gegen die bisherigen enthält.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht zwei Abhandlungen des Herrn Eduard Spiegler in Zürich:

1. „Zur Kenntniss der Euxanthongruppe.“
2. „Zur Kenntniss des Diphenylacetoxims.“

Das w. M. Herr Professor von Barth überreicht ferner zwei Abhandlungen aus dem Laboratorium für allgemeine Chemie an der technischen Hochschule in Brünn:

1. „Über die Einwirkung von Kupferoxydhydrat auf einige Zuckerarten“ (II. Abhandlung), von den Herren Prof. J. Habermann und M. Hönig.
2. „Über die Darstellung des Phenylcyanamids,“ von Herrn Dr. Franz Berger.

Herr Dr. J. v. Hepperger, Assistent an der Wiener Sternwarte, überreicht eine Abhandlung: „Über Lage und Gestalt von Isochronen in Kometenschweifen.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Zapiski. Tom. XLIV—XLVII. St. Pétersbourg, 1883; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VIII, Nr. 24—27. Cöthen, 1884; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVIII. Nos 12—14. Paris, 1884; 4°.

Edinburgh: The Story of the University during its first three hunndred years by Sir Alexander Grant, Bart. in two Volumes. London, 1884; 8°.

Genootschap, Bataviaasch van Kunsten en Wetenschappen: Tijdschrift voor indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXVIII, Aflevering 5 & 6. Batavia 'sHage, 1883; 8°. Deel XXIX. Aflevering 1. Batavia 'sHalge. 1883; 8°.

— — Notulen van de Algemeene en Bestuurs-vergaderingen. Deel XXI. Nrs. 1 & 2. Batavia, 1883; 8°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XVI. Jahrgang. Nr. 19. Berlin, 1883; 8°.

— gelehrte serbische: Glasnik. 55. Band. Belgrad, 1884; 8°.

— deutsche geologische: Zeitschrift. XXXV. Bd. 4. Heft. Berlin, 1883; 8°.

— physikalische zu Berlin: Die Fortschritte der Physik im Jahre 1880. XXXVI. Jahrgang, 1., 2. und 3. Abtheilung Berlin, 1882—3; 8°.

— Oberlausitzische der Wissenschaften: Neues Lausitzisches Magazin. LIX. Band, 2. Heft. Görlitz, 1883; 8°.

Heidelberg, Universität: Akademische Schriften pro 1882—83. 20 Stücke; 4° & 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1882. I. Heft. Giessen, 1883; 8°.

Johns Hopkins University Circulars. Vol. III. Nr. 29. Baltimore 1884; 4°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 28ᵉ année, 3ᵉ série, tome XIV. 508ᵉ livraison. — Avril 1884. Paris; 4°.

Museum of comparative Zoölogy at Harvard College. Vol. X. Nr. 1. Cambridge, 1883; 4°.

Nature. Vol. XXIX. Nrs. 753—755. London, 1884; 8°.

Nuovo Cimento, II: Giornale. 3ª serie, tomo XIII. Gennaio—Giugno. Pisa, 1883; 8°. — 3ª serie, tomo XIX. Luglio — Ottobre; Pisa, 1883; 8°.

Swiecicki, H. von D.: Zur Entwicklung der Bartholinischen Drüse. Erlangen, 1883; 8°.

Society, the Boston of Natural History: Memoirs. Vol. III. Nr. 6. und 7. Boston, 1883; 4°.

— — Proceedings. Vol. XXI. Part. IV. January 1882—April 1882. Boston, 1883; 8°. Vol. XXII. Part I. May, 1882 bis November 1882. Boston, 1883; 8°.

— the Cambridge philosophical: Transactions Vol. XIII. Part III. Cambridge, 1883; 4°.

— — Proceedings. Vol. IV, part VI. Cambridge, 1883; 8°.

— the literary and philosophical of Liverpool: Proceedings. Vol. XXXV. London, Liverpool, 1881; 8°. Vol. XXXVI, London, Liverpool, 1882; 8°. Vol. XXXVII. London, Liverpool, 1883; 8°.

United States: Second annual Report of the geological Survey to the Secretary of the Interior 1880—81. by J. W. Powell. Washington, 1882; 4°.

— — geological Survey: Bulletin Nr. 1. Washington, 1883; 8°.

— — Twelfth annual Report of the geological & geographical Survey of the Territories for the year 1878. Parts 1 & 2ª with Maps & Panoramas. Washington, 1883; 8°.

— — Monographs of the U. St. geological Survey; Tertiary History of the Grand Cañon District with Atlas by Clarence E. Dutton. Washington, 1882; gr. 4°.

— — Professional Papers of the Signal Service. Nos VIII. bis XII. Washington, 1882; 8°.

— — Bulletin of the Fish-Commission. Vol. II, for 1882. Washington, 1883; 8°.

— — Astronomical and meteorological Observations made during the year 1879. Washington, 1883; 4°.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Jahresbericht für das Vereinsjahr 1881/2. Hermannstadt, 1882; 8°.

— — Archiv. N. F. XVII. Band, 1.—3. Heft. Hermannstadt, 1883; 8°. — XVIII. Band, 1. und 2. Heft. Hermannstadt, 1884; 8°.

Zoologische Station zu Neapel: Mittheilungen, zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde. IV. Band, 4. Heft. Leipzig, 1883; 8°. — V. Band, 1. Heft. Leipzig, 1884; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIX. Band. V. Heft.

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XII. SITZUNG VOM 8. MAI 1884.

Der Vorstand des pharmakologischen Institutes der Wiener Universität dankt für die Überlassung einer Quantität Ticuna-Pfeilgift *(Strychnos Castelneana)* an dieses Institut, welche der k. und k. Generalconsul und Geschäftsträger Herr Dr. Karl Ritter v. Scherzer in Leipzig seinerzeit aus Peru (Lima) vermittelt und der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften für irgend einen wissenschaftlichen Zweck zur Verfügung gestellt hat.

Der Secretär legt weitere Dankschreiben vor von den Directionen des k. k. Obergymnasiums in Villach und der königl. nautischen Schule in Buccari (Istrien) für die diesen Anstalten bewilligte Betheilung mit periodischen Schriften.

Herr Prof. Dr. Robert Latzel in Wien übersendet die Pflichtexemplare der zweiten Hälfte seines mit Unterstützung der Akademie herausgegebenen Werkes: „Die Myriopoden der österreichisch-ungarischen Monarchie."

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Hochstetter übersendet als Schluss des siebenten Berichtes der prähistorischen Commission über die Arbeiten im Jahre 1883 eine Mittheilung des Custos am Landesmuseum zu Laibach, Herrn Karl Deschmann: 6. „Über die Hügelgräber von Rovišče in der Pfarre Bründl, Gerichtsbezirk Gurkfeld in Unterkrain".

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. L. Boltzman in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über die Möglichkeit einer Begründung einer kinetischen Gastheorie auf anziehende Kräfte allein," ferner eine Abhandlung des Herrn Paul Czermak in Graz, betitelt: „Der Werth der Integrale A_1 und A_2 der Maxwell'schen Gastheorie unter Zugrundelegung eines Kraftgesetzes $-\frac{k}{r^5}$."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Analytische Bestimmung der regelmässigen convexen Körper im Raume von vier Dimensionen nebst einem allgemeinen Satze aus der Substitutionstheorie“, von Herrn Prof. Dr. A. Puchta an der deutschen Universität zu Prag.
2. „Abbildungen von fünf Jurak-Samojeden“, von Herrn J. Szombathy, Assistent am k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien.
3. „Methode der directen Rechnung einer wahren Monddistanz aus einer beobachteten, von Herrn F. Zehden, Capitän der Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft in Turn-Severin.
4. „Zur Construction gemeinsamer Punkte und Tangenten zweier Kegelschnitte“, von Herrn Prof. Dr. M. Lazarski an der Oberrealschule in Stanislau.

Ferner legt der Secretär zwei versiegelte Couverts, eingesendet von Herrn Albert Cobenzl in Wiesbaden vor, welche die Aufschrift führen: „Über stickstoffhaltige Derivate der Kohlenhydrate“ und mit Nr. I und Nr. II bezeichnet sind, sowie ein von Herrn Dr. Jul. Gans v. Ludasy in Wien eingesendetes versiegeltes Schreiben, welches mit dem Motto versehen ist: „*Amici non sunt amici.* Aristot.“ Beide Einsender ersuchen um Wahrung ihrer Priorität.

Das w. M. Herr Hofrath Langer überreicht eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. E. Zuckerkandl in Graz:

„Über den Circulations-Apparat in der Nasenschleimhaut“.

Das w. M. Herr Prof. Wiesner überreicht eine im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität von Herrn Franz Rimmer ausgeführte Untersuchung „Über Nutationen und Wachsthumsrichtungen der Keimlinge“.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht zwei Abhandlungen aus dem Laboratorium des Herrn Prof. Habermann in Brünn:

1. „Über den Diathylalizarinäther“, von J. Habermann.
2. „Über einige gemischte Äther des Hydrochinons“, von Franz Fiala.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 48e année, 2e série, tome XIII. Nos 11—18. Paris, 1884; 8°.

— royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique; Bulletin. Nos 2 & 3. Bruxelles. 1884; 8°.

Akademija, jugoslavenska znanosti i umjetnosti: Knjiga LXVI. III, 2. U. Zagrebu, 1883; 8°.

Apotheker-Verein, allgemeiner österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XXII. Jahrgang Nr. 9—13. Wien, 1883; 8°.

Berliner astronomisches Jahrbuch für 1886 mit Euphemeriden der Planeten (1)—(232) für 1884. Berlin, 1884; 8°.

British Museum: Catalogue of the Birds. Vol. IX. London, 1884; 8°.

Caligny, Antoine de: Recherches théoriques et expérimentales sur les Oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes avec huit planches. 1re et 2de parties. Paris, 1883; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VII. Nr. 28—33. Cöthen, 1884; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVIII. Nos 15 et 16. Paris, 1884; 4°.

École polytechnique: Journal. 53e cahier. Paris, 1883; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. V. Jahrgang. 1884. Heft. IV: April. Berlin, 1884; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XVII. Jahrgang. Nr. 6. Berlin, 1884; 8°.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. XIII. Band, 3. Heft. Frankfurt a. M., 1884; 4°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXVII. Nr. 2. Wien, 1884; 8°.

— österreichische, für Meteorologie: Zeitschrift. XIX. Band. April-Heft, 1884. Wien, 1884; 4°.

— naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1882. II. Heft. Nro. 1040—1056. Bern, 1883; 8°. Mittheilungen aus dem Jahre 1883. I. Heft. Nro. 1057—1063. Bern, 1883; 8°.

Gesellschaft, allgemeine schweizerische, für die gesammten Naturwissenschaften: Neue Denkschriften. Band XXVIII, Abtheilung III. Zürich, 1883; 4°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XLV. Jahrgang. Nr. 12—18. Wien, 1884; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österreichischer: Wochenschrift. IX. Jahrgang. Nr. 12—18. Wien, 1884; 4°.

Institut royal, grand-ducal de Luxembourg: Publications. Tome XIX. Luxembourg, 1883; 8°.

Nature. Vol. XXIX. Nos. 756 et 757. London, 1884; 8°.

Placzek, B. Dr.: Der Vogelgesang nach seiner Tendenz und Entwicklung. Brünn, 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen, Nr. 1—8. Wien, 1884; 8°.

Schroeder Eduard August: Das Unternehmen und der Unternehmergewinn vom historischen, theoretischen und practischen Standpunkte. Wien, 1884; 8°.

Symony Oskar Dr.: Über spiritistische Manifestationen vom naturwissenschaftlichen Standpunkte. Wien, Pest, Leipzig, 1884; 8°.

Société entomologique de France: Annales, 6ᵉ série, tome 2ᵉ. 1882, 1ᵉʳ—4ᵉ trimestre. Paris, 1882—83; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 3ᵉ série, tome XI. 1883. Nos 5, 6 et 7. Paris; 8°. 3ᵉ série, tome XII. 1883. Nos 1, 2 et 3. Paris, 1883—84; 8°.

— zoologique de France: Bulletin pour l'anneé 1882. 2ᵉ partie. Paris, 1883; 8°. Bulletin pour l' année 1883. 3ᵉ—6ᵉ parties. Paris, 1883—84; 8°.

Society of Chemical Industry: The Journal. Vol. III. Nro. 3. London, 1884; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. London, 1884; 8°.

— the royal microscopical: Journal. Ser. II. Vol. IV. Part 2. London and Edinburgh, 1884; 8°.

— the zoological of London: Transactions. Vol. XI. Part 9. London, 1883; 4°.

Society the zoological of London: Proceedings of the scientific meetings for the year 1883. Part III. May & June. London; 8°.

— — List of the Vertebrated Animals now or lately living in the Garden of the zoological Society of London. 8th edition. 1883. London, 1883; 8°.

Upsala, Universität: Scripta academica. Upsala, 1882—83.

Veyder Malberg, Arthur Freiherr von: Über die Einheit aller Kraft. Wien, 1884; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 12 bis 18. Wien, 1884; 4°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. IV. Jahrgang 1884. 4. Heft. April. Berlin, Mailand, New-York, 1884; 4°.

Siebenter Bericht der prähistorischen Commission der mathematisch - naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften über die Arbeiten im Jahre 1883.

Von **Ferdinand von Hochstetter,**

wirklichem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften und Obmann der prähistorischen Commission.

(Mit 8 Tafeln und 16 Holzschnitten.)

(Vorgelegt in den Sitzungen am 14. Februar, 6. März, 24. April und 8. Mai 1884.)

Die Arbeiten der prähistorischen Commission im Jahre 1883 beziehen sich auf folgende Localitäten:

1. Erforschung der Berlova-jama genannten Höhle bei Nussdorf unweit Adelsberg auf dem Karst durch Dr. Carl Moser, k. k. Gymnasialprofessor in Triest.
2. Aufdeckung des prähistorischen Gräberfeldes bei Vermo unweit Pisino in Istrien durch Dr. C. Moser, k. k. Gymnasialprofessor in Triest.
3. Fortsetzung der Ausgrabungen in den mährischen Höhlen mit Unterstützung Seiner Durchlaucht des Fürsten Johann zu Liechtenstein, unter der Leitung des fürstl. Oberförsters G. Heintz zu Babitz und des Herrn J. Szombathy.
4. Ausgrabungen auf einem Urnenfriedhof nächst Kožužan bei Olmütz durch Willibald Müller, k. k. Bibliotheksscriptor in Olmütz.
5. Aufdeckung der Hügelgräber von Frög bei Rosegg in Kärnten und prähistorische Forschungen in Kärnten überhaupt durch Alfons Müllner, k. k. Gymnasialprofessor in Linz.
6. Aufdeckung von Hügelgräbern bei Rovišče und St. Margarethen in Unter-Krain durch Präparator Ferdinand Schulz in Laibach.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind in den folgenden Detailberichten niedergelegt.

1. Bericht über die Ausgrabungen in der Höhle „Berlova jama“ nächst Nussdorf in Krain.

Von Dr. **Carl Moser**,
k. k. Gymnasialprofessor in Triest.

(Mit 2 Figuren im Text.)

Zu Anfang Februar 1883 machte ich die Bekanntschaft des Herrn Eduard Dolenz, Postmeisters in Triest und Gutsbesitzers auf Schloss Nussdorf in Krain, und erfuhr von diesem, dass er gelegentlich einer Jagd auf Wildtauben in einer Höhle nächst Nussdorf Knochen und Schädel von Menschen in grösserer Menge aufgesammelt habe.

Meine Bitte um Überlassung derselben wurde in der zuvorkommendsten Weise erfüllt. Nach genommenem Einblick und mit Rücksicht auf den vortrefflichen Erhaltungszustand der Schädel überschickte ich sämmtliche Objecte an den Obmann der prähistorischen Commission der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Herrn Hofrath von Hochstetter. Umgehend langte ein Schreiben des Herrn Hofrathes ein, in welchem ich zur Besichtigung der Fundstätte und nachherigen Berichterstattung ermuntert wurde.

Am 17. Februar unternahm ich in Folge dessen die Reise nach Nussdorf. Da der Besitzer abwesend, so besuchte ich den Bruder desselben, Herrn Wilhelm Dolenz, dem ich mein Vorhaben bezüglich der Grotte anvertraute. Herr W. Dolenz traf sofort die nöthigen Anstalten und erbot sich freundlichst als Führer in die Grotte.

Wir gingen aus dem Schlosshof in nördlicher Richtung die Abhänge des Berges Krivec hinan. Nach einer halben Stunde verlässt man den gebahnten Waldweg und gelangt auf steilerem Anstieg auf einen Saumpfad, der zum Gipfel des Berges Krivec auf den sogenannten Stari Grad hinanführt. Da wo man das Besitzthum der Gemeinde Bründl betritt, passirt man ein knorriges Buschwerk von Buchen und Hasel, und rechts vom Saumpfade ganz im Gebüsche versteckt, liegt die genannte Höhle, unser Ziel. Die Grotte führt im Volksmunde zweierlei Namen, bald heisst sie Vorlova-, bald Berlova jama, was im ersten Falle Adler- im zweiten Bärengrotte bedeuten würde. Gegen Norden liegt die höchste Erhebung

des Höhenzuges Krivec mit dem Stari Grad (662 Met. der G. K.), gegen Südost am Fusse des Krivec in der Nähe der nach Bründl führenden Strasse entspringt mit ansehnlicher Wassermenge der Koratan-Bach, der nach kurzem Laufe die Koretanow-Mühle treibt (der Punkt ist mit 532 Mtr. Höhe in der G. K. bezeichnet). Er mündet nach kurzem Lauf in die Nanošca und diese wieder in die Poik. Es liegt somit die Grotte höchstens 100 Met. über der Fahrstrasse, d. h. über dem Ursprung des Koratan-Baches.

Die Höhle liegt im Kreidekalk (Rudistenkalk) und hat eine kreisrunde Öffnung, deren Durchmesser ungefähr 10 Met. beträgt, und zieht schlotartig nach abwärts. Der dem Beschauer zugewendete Theil der Höhle wird von einer überhängenden Decke gebildet, während der Eingang von Nord durch eine steile Rinne hinabzieht.

Nachdem die Burschen ein Seil gebunden und die Leiter befestigt war, liessen wir uns vorsichtig hinab und gelangten auf einen mächtigen Schuttkegel (im Plan bei *a*), von wo aus man zur Rechten und zur Linken eine domartige Halle übersieht. Die grösste Länge der Halle wurde mit 50 Met., die Breite mit 20 Met. und die Höhe mit ungefähr 10 Met. gemessen. Das Innere der Halle trug ein sehr winterliches Aussehen. Der Schuttkegel war mit Schnee und die Wände der Grotte mit bläulich-weissem Tropfeis bedeckt.

Ich lies mich gleich an die Fundstätte führen, von der die früher erwähnten Knochen herstammen. Da auch Herr Wilhelm Dolenz von dem Funde wusste, so gingen wir über den Schuttkegel hinab und bemerkten am eisigen Grottengrunde einzelne Knochen im Eise eingefroren. Der Versuch sie auszuheben, scheiterte, weil sie zersplitterten. Einzelne freiliegende Knochen wurden gesammelt, und eine Versuchsgrabung beschlossen. Nachdem die Schneedecke beseitigt war, stiessen wir auf feines, schwärzliches Erdreich, in welchem sich einzelne Wirbelkörper vom Menschen und Fussknochen von Pferd und Rind vorfanden, unter anderem fanden sich auch zwei Metall- (Bronze-) Ringe vor, die zum Theil patinirt waren. Nachdem wir noch einzelne zugängliche Stellen der Grotte auf ihre Bodenbeschaffenheit geprüft hatten, machten wir uns auf den Rückweg, da die Zeit zu weit vorgerückt war und die Kälte den Aufenthalt verleidete.

Nachdem ich über meine Beobachtungen einen Bericht erstattet hatte, sah sich der Obmann der prähistorischen Commission veranlasst, mich mit der Ausgrabung der Höhle zur geeigneten Zeit zu betrauen.

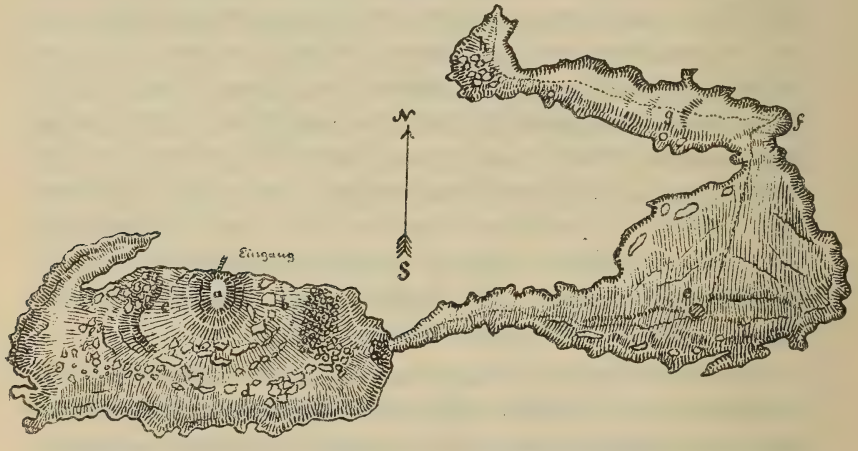
Am 10. März unternahm ich daher eine zweite Reise nach Nussdorf; doch war ich nicht wenig durch den dichten Schneefall am kommenden Morgen überrascht, der mein Vorhaben nicht zur Ausführung kommen liess. Der um die Geschichte des Landes Krain hochverdiente Bezirkshauptmann aus Adelsberg, Herr v. Globočnik, war an diesem Tage selbst nach Nussdorf gekommen, um an einer etwaigen Ausgrabung Theil zu nehmen. Wir sahen wohl beide die Unmöglichkeit der Ausführung eines solchen Vorhabens bald ein, da der Schnee in grossen Massen in die Höhle hineingeweht war.

Am 6. April unternahm ich eine dritte Excursion nach Nussdorf. Eine Ausgrabung war aber auch diesmal nicht möglich, da der Grottengrund ganz mit einer Eisdecke bedeckt war. Am Schuttkegel lagen gewaltige Massen von Schnee. Zwei bis drei Meter hohe Eisstalagmiten waren seit unserem ersten Besuche angewachsen, förmliche gefrorene Wasserfälle reichten von der Decke herab. In jedem Eisstalagmiten, von schön lichtblauer Farbe, zeigte sich an seinem stumpfen Ende eine tiefe Grube, die durch den abthauenden, von der Decke herabfallenden Wassertropfen gebildet wurde. Der Anblick dieser bizarren Eisformen riss uns völlig zur Bewunderung hin.

Nachdem an eine Ausgrabung nicht zu denken war, so beschlossen wir, den linksseitigen Höhlenschlot zu durchforschen. Die Höhle geht zu beiden Seiten, rechts wie links vom Schuttkegel abwärts in die Tiefe. Der rechts vom Grotteneingange hinabziehende Schlund mündet blind, und liegt ungefähr 10 Met. tiefer als die Basis des Schuttkegels und ist mit blendend weissen Stalaktiten ausgekleidet. Der nach links ausmündende Theil beginnt mit einer schmalen Öffnung, die nach innen zu domartig sich erweitert. Vor die Öffnung sind gewaltige Blöcke vorgelagert, deren Übergang zur Vorsicht mahnte, da sie sich beweglich zeigten. Wir kamen dann in einen hohen Gang, der sich allmählich erweiterte.

Ein in die Tiefe ziehender Spalt gebot unserem Vordringen Halt. Nachdem die Bursche den Spalt mit Stangen und Astwerk überbrückt hatten, kamen wir zu einer mächtigen Tropfsteinsäule, die Decke und Boden verband (im Plane Fig. 1 bei *e*). Die Basis der Säule bot nur so viel Raum, dass eine Person bequem stehen konnte. Nach vorn zu breitete sich ein gähnender Abgrund in die Tiefe. Herr Eduard Dolenz, der schon als Knabe diesen Seitentheil der Grotte besucht hatte, ging mit zwei muthigen Burschen voraus und rieth mir zu warten. Ich beobachtete ihren gefährlichen Abstieg und war nicht wenig erstaunt, als sie mir aus der Tiefe ein Hurrah zuriefen. Ich band mich ans Seil und liess mich über die steile Lehne langsam herab und langte glücklich bei der Gesellschaft an. Von da überblickt man den Dom in seiner Grossartigkeit und Schönheit fast ganz, zu welchem Behufe wir unseren ganzen Vorrath an Kerzen anzündeten.

Fig. 1.



1:1000.

Vom Boden reichen riesige Strebepfeiler längs der Grottenwandung zur Decke hinan, während die Mitte der domartigen Halle frei davon ist. Über einige hohe Stufen gelangten wir zu einer circusartigen Nische, in der viel Grottenlehm aufgehäuft war und zu einem Grabungsversuch verleitete. An der Oberfläche lagen Exkremente einer Eulenart, im Lehm selbst fanden sich die zarten Knochen der Phalangen einer Fledermaus. Von dieser circusartigen Nische führt der Weg in einem Graben in südlicher

Richtung fort, rechts wie links stehen gewaltige Stalagmiten von mannigfaltigem Aussehen. Einer unter ihnen fesselte unsere Aufmerksamkeit, sein Profil hatte merkwürdige Ähnlichkeit mit einem Türkenkopf (im Plane bei *g*). Von da gelangten wir über mehrere höhere und kleinere Terrassen in einen geräumigeren Theil, der sich wieder domartig erweiterte. Der Boden (im Plane bei *h*) ist hier mit zahlreichen Blöcken bedeckt, alle sind untereinander mit Sinterdecken verkittet und diese Sinterdecken haben das Aussehen von Teppichen, an denen lange Fransen herabhängen. Der Gang streicht sodann wieder nördlich und hört auch bald auf. Ein grosser Vorhang schliesst den Gang ab.

Nachdem wir die mannigfaltigsten Formen der Tropfsteine sattsam bewundert hatten, beschlossen wir die Rückkehr. Das Thermometer zeigte 7° Celsius. Am Rückwege wurde eine Messung der Entfernungen vorgenommen. Im Ganzen betrug die Weglänge vom Ende des Grottenganges bis zur Basis des Schuttkegels ungefähr an 90 Met. Oben angelangt wurde die Temperatur mit 0·8 unter Null gemessen um die zweite Nachmittagsstunde, während die Tagestemperatur um dieselbe Zeit mit 4·5° Wärme befunden wurde.

Mit dieser Grottenfahrt waren unsere Beobachtungen in der Höhle zu Ende und wir unternahmen noch einen Ausflug auf den nahe gelegenen Gipfel des Krivec (Stari Grad). In einer kleinen Stunde war derselbe erreicht. Es ist ein lang gedehnter Rücken mit schroffem Abfall gegen Nord und Ost. Längs dieses Rückens ziehen sich zwei Parallelreihen von Steinmauern, deren jede einen Durchmesser von 2 Met. hat, in einer Distanz von circa 20 Met. Gegen den schroffen Abfall zu convergiren die Mauern. Das Ganze macht den Eindruck eines Vertheidigungspunktes. Ich habe mir vorgenommen, diese Localität bei günstiger Zeit näher zu untersuchen. Heute besteht die Sage, dass in früherer Zeit hier ein Schloss gestanden sei, und die Kellerräume unter den Mauern sollen viele Fässer köstlichen Weines, wie auch einen Schatz bergen.

Stellenweise ist die Steinmauer von Schatzgräbern auch wirklich bis auf den Grund zerstört worden.

Von Stari Grad begaben wir uns über den langgedehnten Rücken des Krivecberges hinab nach Nussdorf. Herr Eduard

Dolenz machte mich unterwegs auf fünf Grotten aufmerksam, die alle an der Berglehne liegen. Eine derselben besichtigte ich im August. Sie soll in früherer Zeit als Verkehrsweg zwischen den Gemeinden Nussdorf und Hruschuje gedient haben. Sie ist jene Grotte, von welcher Valvasor erzählt, dass sich in ihr ein See befinde. Heute kann man jedoch nur von einem Wassertümpel sprechen. In dessen Nähe, also unmittelbar am Ende der langgedehnten Grotte, fand ich viele Topfscherben, die jedoch deutlich Drehscheibenarbeit erkennen lassen und ganz modernen Ursprungs zu sein scheinen.

Am 17. August besuchte ich zum vierten Male die Höhle bei Nussdorf, und an demselben Tage wurde mit der Ausgrabung begonnen und zwar an jener Stelle, (bei *a*) wo ich im Winter die meisten Knochen vorgefunden. Gegen die Tiefe zu hörten die Funde an Knochen vom Menschen jedoch bald auf. Dagegen mehrten sich die Knochen von Hausthieren zusehends. Je näher wir der Grottenwand kamen, desto häufiger wurden diese. Die Arbeit an dieser Stelle war jedoch mit vielen Schwierigkeiten verbunden, da grosse Gesteinsblöcke abzuräumen waren. Diese Blöcke waren im Laufe der Zeit von der überhängenden Grottendecke herabgefallen, und bedeckten so die eigentliche Knochenschichte. Nach Hinwegräumung des Schuttes und Sprengung der grossen Blöcke kamen wir auf die eigentliche Knochenschichte, welche nur Hausthierknochen von ganz rezentem Aussehen enthielt, vorwaltend vom Pferd und Rind, von welchen Thieren sich ganze Schädel vorfanden, seltener war das Schaf vertreten. Die Grabung wurde bis zu 3 Met. Tiefe vorgenommen. Die Knochen waren in einem mit Kalkbrocken untermischten zähen Lehm eingebettet, darüber lag eine Schichte feiner schwarzer Erde mit viel Buchenlaub untermischt. Die niedrige Temperatur der Grotte einerseits — die höchste, die wir am 20 August gemessen hatten, betrug um 3^h Nachmittags 9° Celsius, während die Aussentemperatur im Schatten 30° betrug — die grosse Entfernung vom Orte anderseits, hatten auch eine verhältnissmässig geringe Arbeitsleistung zur Folge.

Ein zweiter Einschnitt wurde auf der entgegengesetzen Seite des Schuttkegels (bei *c*) gemacht, ergab jedoch nur einzelne

Wirbelkörper vom Menschen, die sich nahe an der Oberfläche vorfanden.

Am 21. August wurde noch ein dritter Versuch gegenüber vom Schuttkegel (bei *d*) gemacht, wo wir ganz oberflächlich noch die letzten Reste von Menschenknochen vorfanden. Eine schachtartige Abteufung an dieser Stelle ergab Sinterkrusten, die am Grunde auf frischem Kalkstein auflagen.

Ein tieferes Eindringen in die Basis des Schuttkegels war aus mehreren Gründen nicht angezeigt. Durch die Hinwegräumung der Gesteinsblöcke und Untergrabung der Basis, war ein Einsturz vorauszusehen, ebenso liess der Grottengrund, der nur Kalkgerölle enthielt, keine weiteren Funde vermuthen. Nachdem wir eine Woche lang gearbeitet, beschloss ich die weitere Ausgrabung aufzugeben, da sie mir zwecklos erschien. Von den vorgefundenen Knochen wurde eine zweckmässige Auswahl getroffen und besser erhaltene Skelettheile zur Prüfung nach Wien eingesendet.

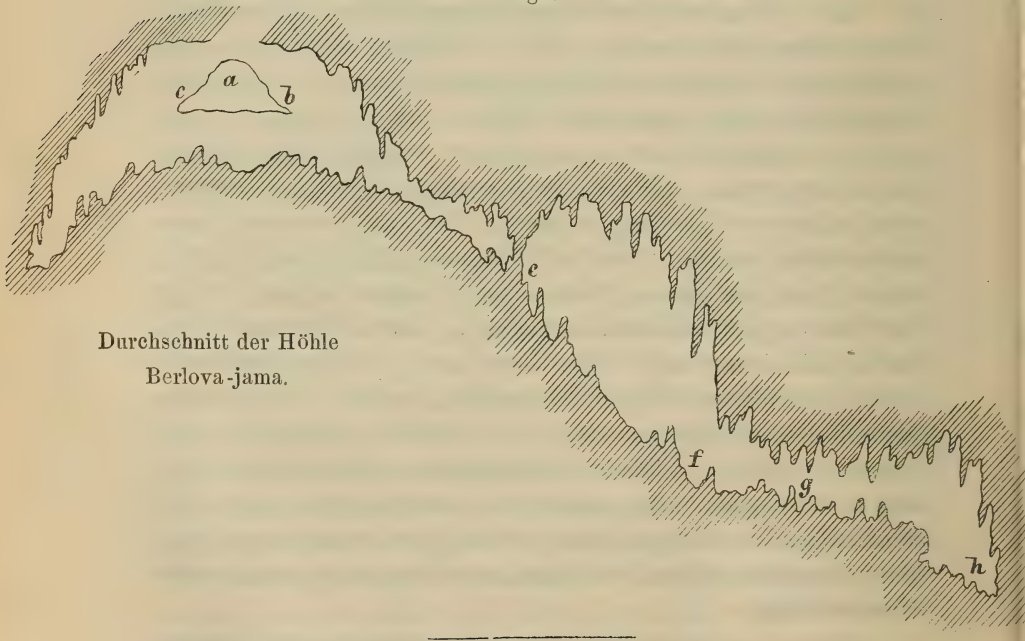
Nach den gemachten Beobachtungen gelangte ich zu folgendem Resultat. Der Eingang, d. h. die Öffnung der Höhle musste in früherer Zeit bedeutend kleiner gewesen sein, was aus den am Grunde der Grotte befindlichen Blöcken, die von der Decke successive herabgefallen waren, gefolgert werden kann. Ich war selbst Augenzeuge, wie bei der Sprengung einzelne Felsmassen sich loslösten und so den Aufenthalt in der Grotte zu einem lebensgefährlichen machten. Vor vielleicht mehr als 100 Jahren dürfte dieses Loch als blosser Schindanger gedient haben, wo die Bevölkerung der Nachbargemeinden das durch Epidemie hingeraffte Vieh hineinwarf, wie das heute noch an vielen Punkten in Krain, dem Küstenlande und Dalmatien geschieht. Das Vorhandensein der menschlichen Reste — es wurden im Ganzen an 20 Schädel gefunden — dürfte auf die häufigen Türkeneinfälle, von denen die Gegend heimgesucht war, zurückzuführen sein. Die Schädel sind mesocephal und dürften einer aussereuropäischen Bevölkerung angehören, verdienen jedoch noch eine eingehendere Untersuchung.

Einige von diesen Schädeln zeigten kreisrunde Öffnungen am Hinterhauptbein und Schläfenbein, welche allem Anschein nach von Gewehrkugeln hervorgebracht wurden, und man könnte somit in den menschlichen Skeletten, die in der Höhle vor-

gefunden wurden, Leichname von Soldaten vermuthen. Die Vermuthung, die Höhle hätte in früheren Zeiten als Begräbnissstätte gedient, ist ausgeschlossen.

Zum Schlusse meines Berichtes erliegt mir die angenehme Pflicht, allen Jenen, die meine Arbeit gefördert hatten, meinen verbindlichsten Dank abzustatten. Vor Allem bringe ich meinen vollsten Dank dem Obmanne der prähistorischen Commission der kais. Akademie der Wissenschaften, Herrn Hofrath von Hochstetter dar, für die gütige Zuwendung einer Subvention. Desgleichen fühle ich mich angenehm verpflichtet, dem Assistenten am Naturhistorischen Hofmuseum Herrn J. Szombathy für alle gütigen Winke und Rathschläge bei Inangriffnahme der Ausgrabung zu danken. Ebenso schulde ich dem Herrn Eduard Dolenz, Besitzer auf Schloss Nussdorf, wie seiner werthen Familie, für die gastliche Aufnahme meinen herzlichen Dank.

Fig. 2.



Durchschnitt der Höhle Berlova-jama.

2. Bericht über die Necropole von Vermo nächst Mitterburg-Pisino in Istrien.

Von Dr. **Carl Moser**,
k. k. Gymnasialprofessor in Triest.

(Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text.)

Im März 1883 besuchte ich das hiesige städtische Maximilians-Museum und sah als Novität eine Thonurne, roh verziert, mit Beigaben, bestehend aus einem Bronzeplättchen mit eingeritzten vogelartigen Figuren (Taf. IV, Fig. 14), einem Spinnwirtel aus Thon und einer Bernsteinperle, welche Objecte nach der Mittheilung des Custos Dr. Marchesetti, aus Vermo stammend von Pisino eingeschickt waren.

Mir schien die Sache so interessant, dass ich über diese Funde sofort Herrn Hofrath Ferdinand von Hochstetter Bericht erstattete. Die Folge davon war, dass mich Herr Hofrath v. Hochstetter, nachdem vorher Herr Fr. Heger, Custos am k. k. naturhistorischen Hofmuseum, mit mir zu Pfingsten die Fundstätte besichtigt hatte, im Namen der prähistorischen Commission der kais. Akademie der Wissenschaften mit Ausgrabungen bei Vermo betraute.

Als ich daher gegen Ende August von dem Pfarrer in Vermo Herrn M. Supljina die Nachricht erhielt, dass der Besitzer des betreffenden Grundes G. Martinsich, Gemeindevorsteher in Vermo, die Erlaubniss zur Ausgrabung ertheile, sobald die darauf befindlichen Kartoffeln eingeheimst seien, verliess ich am 28. August Triest und eilte nach Pisino. Dort wurde ich vom Herrn Pfarrer Supljina erwartet und durch ihn den officiellen Behörden (Bezirkshauptmannschaft, Bürgermeisteramt und Dompropstei) vorgestellt, um etwaige meinem Unternehmen sich entgegenstehende Hindernisse zu beseitigen.

Dank der seltenen Gastfreundschaft des Herrn Pfarrers wurde ich in seiner ohnehin beschränkten Wohnung für die kommenden Tage untergebracht und so in den Stand gesetzt, die Arbeit aufnehmen zu können.

Bevor ich jedoch an den Fundbericht gehe, sei es mir gestattet, einige Bemerkungen über die Topographie und Geschichte des Ortes Vermo vorauszuschicken.

Wenn man von der Stadt Mitterburg-Pisino in westlicher Richtung auf der neuen Reichsstrasse, die Pisino mit Montona und Parenzo verbindet, um die grosse Schlucht, Foiba genannt, unterhalb Pisino vecchio (Alt-Mitterburg) herabgeht, gelangt man in ein einsames, unbewohntes enges Thal, das ringsum von zum Theil bewaldeten Hügeln abgeschlossen erscheint. Zur rechten hat man die Ausläufer eines Karsthöhenzuges, zur Linken, also gegen Südwest, einen mit Buchenhainen bepflanzten Sandstein-Höhenzug. Hat man diesen scheinbar allseits abgeschlossenen, engen Thalzug passirt, so erweitert sich das Thal in das eigentliche Valle di Vermo, welches hinwiederum durch die Höhen von Terviso im Hintergrunde abgeschlossen erscheint. Nach drei Viertel Stunden erreicht man die nach dem Orte Vermo abzweigende Landstrasse und der Wanderer sieht zur Rechten auf einem freistehenden Hügel die kleine Ortschaft Vermo mit malerischem Hintergrunde. — Die Landstrasse, welche gegen NO. abzweigt, überbrückt bald den von O. herkommenden Wildbach, die Cista Draga, und führt auf den ziemlich steil ansteigenden Hügel, dessen kleine Plattform die Ortschaft Vermo krönt. Die Höhe des Hügels kann mit ungefähr 250 Met. angenommen werden. Gerade dort, wo die eigentliche Steigung beginnt, windet sich die Fahrstrasse nach Norden im Bogen den Hügel hinan zum Orte Vermo. Unmittelbar vor der Krümmung stehen rechts und links verfallene Steinhütten, dahinter jedoch zweigt ein steiniger Fussweg ab, der mitten durch Felder direct zum Orte führt.

Der beigegebene Situationsplan, Taf. I, welcher auf mein Ersuchen durch die entgegenkommende Bereitwilligkeit des k. k. Oberingenieurs F. Jansta im Staatsbauamte Pisino nach der Catastralkarte copirt wurde, enthält den Plan von Vermo und seiner nächsten Umgebung, sowie die darauf mit *A* verzeichnete Grundparzelle, auf welcher die Ausgrabung vorgenommen wurde.

Auf dem Fahrwege gelangt man, wie erwähnt, immer höher ansteigend unter verfallenen Festungsmauern zu einem Eingangs-

thore, das von sehr starken Mauerflügeln umgeben ist. Diese Befestigungen sollen aus der Zeit der venetianischen Herrschaft herrühren, obschon man nirgends das bekannte Zeichen, den Markus-Löwen, findet. — Auf den Ruinen des Eingangsthores wächst ein uralter morgenländischer Ladogna- oder Zürgelbaum *Celtis australis*, L. dessen knorrige Wurzeln in die Fugen der Mauerquadern eindringen. Sowie man das Thor passirt, gelangt man auf eine kleine Plattform, den höchsten Punkt des Hügels, in deren Mitte ein kreisrundes, aus Steinen gebautes Postament einen sehr alten Maulbeerbaum schützt, unter dessen schattigen Zweigen sich die zur Andacht herbeigeströmte Landbevölkerung versammelt. Links davon steht die alte Pfarrkirche zum heiligen Martin, und rechts das Pfarrhaus, das einzige wohnliche Gebäude des Ortes. Die übrigen Häuser sind verwahrloste Steinhütten, zur Hälfte mit Ziegeln und Kalksteinplatten gedeckt, meist ohne Kamin. Die äussere wie innere Einrichtung der Hütten und der sie umgebenden Gehöfte lässt auf eine arg verwahrloste Bevölkerung schliessen. Die Einwohner gehören dem slavisch-croatischen Volksstamme an und sind nach Art der den Karst bewohnenden Tschitschen in groben weissen Loden gekleidet. Die Kleidung des weiblichen Theiles der Bevölkerung bietet nichts Originelles. Der einzige geschmackvolle Schmuck, den die Bevölkerung an Festtagen anlegt, und den Männer wie Weiber tragen, sind kreisrunde, grosse, knotige Goldohrgehänge, die ihre Provenienz der Handarbeit der Goldarbeiter von Mitterburg-Pisino verdanken.

In den spärlichen geschichtlichen Urkunden findet man statt des heutigen Namens Vermo allgemein Verme; vielleicht hat dieser Ort seinen Namen den hier in grosser Menge vorkommenden Regenwürmern zu verdanken, deren massenhaftes Auftreten mir während der Ausgrabung besonders auffiel. Die heutigen Slaven nennen den Ort Beram, wahrscheinlich von braniti, sich wehren, abzuleiten, was mit der Bedeutung eines Castrum vermense recht gut vereinbarlich ist. In einem vor Kurzem in der Triester Zeitung erschienenen werthvollen Aufsatze von Dr. Carl Lechner über Mitterburg-Pisino findet sich eine muthmassliche Deutung von dem Orte Vermo, welchen Lechner für das ehemalige Unterburg-Pisino hält. Ich führe hier die Stelle wörtlich an, er sagt:

„Hat es überhaupt ein Unterburg gegeben, so lag dies auf einem der höchsten Hügel in der Nähe von Vermo. Das vorspringende Plateau desselben passte trefflich zur Anlage eines Schlosses, und der Platz wird heute noch „na Burgere“, auf dem Burger, genannt, eine im Croatischen nicht vorkommende, offenbar dem Deutschen entlehnte Bezeichnung“, und sagt dann weiter: „Es dürfte diese zuerst von Herrn Carlo de Franzeschi vertretene Meinung um so wahrscheinlicher sein, als im Jahre 911 ein castrum vermes majus und minus genannt wird, während wir späterhin nur mehr eines kennen, das heutige Vermo“.

Der um die Geschichte Triest's und Istrien's hochverdiente Geschichtsschreiber Peter Ritter v. Kandler erwähnt in seinen Indicazione per riconoscere le cose Storiche del Litorale, Trieste 1855, Vermo, eigentlich Verme, als Besitzthum der Grafen von Görz im Jahre 1275. — Wiederholte Münzfunde aus der römischen Kaiserzeit lassen Vermo als einen sehr alten befestigten Ort erscheinen. Altvenetianische Münzen aus dem 14. und 15. Jahrhundert werden oft gefunden, ich selbst war so glücklich bei einigem Suchen vier solche Silbermünzen zu finden und zwar auf dem Felde *B* der Catastralkarte.

Den älteren Leuten ist noch bekannt, dass Vermo zu Ende des vorigen Jahrhunderts ein blühender Ort gewesen ist, der fünf Kirchen zählte und in den Franzosenkriegen zum grossen Theile zerstört wurde. Heute sind nur zwei Kirchen, die eine die Ortspfarrkirche zum heiligen Martin, die andere die Madonnakirche, welche vom Orte eine Viertelstunde entfernt gegen O. zu im Walde steht.

In der Ortspfarrkirche zum heiligen Martin, welche im neugothischen Style erbaut ist, findet sich auf der Rückseite des Altars in glacolitischer Schrift: „Bja zidan sti Martin-bjaše pop gd [gospod poštedioč]“ oder: „Ward errichtet zu Ehren des heiligen Martin“. „Geistlicher zu jener Zeit war Herr Poštedioč“. Darunter die Jahreszahl 1431. Wie mir der Herr Pfarrer Supljina erzählte, wurde die Kirche aller Wahrscheinlichkeit nach auf demselben Platze erbaut, wo einst in früher Zeit ein Schloss (Castellum) gestanden war; denn noch heute heisst der Ort unter der Kirche im Volksmunde „pod Kaštelom,“ d. h. unter dem Castell.

Eine andere Sage erzählt, dass das Meer den Fuss des Hügels von Vermo in frühester Zeit bespült hätte. — Es könnte dann der Canal von Leme sich bis in das heutige Valle di Vermo erstreckt haben; wie denn auch die Ansicht, dass die Foiba von Pisino, die heute in die grossartige 128 Met. tiefe Schlucht verschwindet, durch das Valle di Vermo ihren oberflächlichen Lauf in der frühesten geologischen Zeit genommen habe, sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. Allgemein ist die Ansicht verbreitet, dass die Foiba durch den grossen Trichter bei Pisino unterirdisch dem Canal di Leme zueilt.

Vielleicht lässt sich ein Zusammenhang erbringen zwischen der Thatsache, dass ich bei den Ausgrabungen in der Culturschichte das *Cerithium vulgatum* und die *Monodonta tesselata*, zwei noch jetzt lebende Meeresconchylien, vorgefunden habe, und zwischen der Sage vom Meerbusen des heutigen Valle di Vermo.

Dies ist Alles, was ich durch Mythe und Geschichte über Vermo ermitteln konnte.

Die prähistorische Grabstätte von Vermo.

(Siehe Tafel I und II.)

Geht man von der Kirche den Fussweg über den Hügel hinunter, so passirt man die dürftigen Gehöfte der Bewohner, und gelangt auf steilem, steinigem Pfade zwischen den die Felder begrenzenden Steinmauern zur untersten Terrasse des Hügels, auf der das eigentliche Grabfeld liegt. (Taf. I, *A*.)

Die Planskizze auf Taf. II. zeigt die Ausdehnung und Form des Gräberfeldes, die geöffneten Gräber sind mit laufenden Nummern bezeichnet.

Auf dem mit dem Buchstaben *B* bezeichneten Felde wurden wiederholt Bronzen und Silbermünzen gefunden. Unter diesem Felde gegen die Schlucht, in welcher der Wildbach nach Gewittern rauscht, befindet sich eine mit Steinschutt verrammelte Grotte, in welcher eine grosse Menge von Menschenknochen sich befinden soll.

Nach allen Seiten hin ist das Gräberfeld durch Steinmauern abgegrenzt, und fällt mit sanfter Neigung gegen Südwest ab, gegen Nordost dagegen schützt ein natürlicher Felsvorsprung

seine Lage. Der Felsvorsprung zeigt eine horizontale Schichtung und besteht aus einem weisslich-grauen, versteinerungsleeren Kalkstein. Der Kalkstein setzt unter den Humusschichten terrassenartig ab und zwar so, dass er im oberen Theile dicht unter der Humusschichte hervortritt, während er im unteren nach Südwest geneigten Theile des Gräberfeldes erst in einer Tiefe von 1 bis 2 Met. und darüber erreicht wird.

Die Ausgrabungen wurden am 29. August begonnen.

Grab 1 enthielt unter einer Steinplatte eine zerdrückte Urne mit Leichenbrand, als Beigabe eine blaue Glasperle mit ringförmigen Eindrücken, einen Fingerring aus einfachem dicken Bronzedraht und ein kleines Ohrgehänge aus Bronze. (Taf. V, Fig. 1.) In der Nähe des Grabes fand sich ein frischer Schneidezahn von einer Ziege. Die Urne war in eine in den Kalkstein gehauene Grube von rechteckiger Form versenkt.

Grab 2. Unter drei über einander liegenden Kalksteinplatten fand sich eine braune thönerne Urne (Taf. III, Fig. 1) bis zum oberen Rande mit Leichenbrand erfüllt; ein stark verbogenes Armband aus Bronze war die einzige Beigabe.

Grab 3. Unter drei dünnen Kalksteinplatten lag ein eigenthümliches Bronzegefäss mit Leichenbrand. (Taf. IV, Fig. 1.) Zwischen dem Leichenbrand fand sich eine sehr schlecht erhaltene Fibel aus Eisen, und eine eiserne Nadel mit Bronzegriff. Das getriebene aus dünnem Blech bestehende Bronzegefäss hat im Allgemeinen die Form einer hohen Sturmhaube. Auf einer Seite zeigt dasselbe sieben Paar kreisrunder Löcher, sowie am oberen Rand, einander gegenüberstehend, je zwei solcher Löcher, als ob hier Henkel angebracht gewesen wären.

Grab 4, mit drei grossen Platten bedeckt, enthielt eine zertrümmerte Thonurne mit Leichenbrand, im Leichenbrand stak eine eiserne Nadel, die beim Herausnehmen zerfiel. In der Culturschichte über dem Grab fanden sich Splitter von Achat. kleine Stückchen von gemeinem Opal, Eisenjaspis und Milchquarz, Minerale, welche in der Nähe nirgends vorkommen.

Grab 5 enthielt eine zerdrückte thönerne Urne mit Leichenbrand ohne Beigaben. Die Deckplatte war schon früher entfernt worden.

30. August.

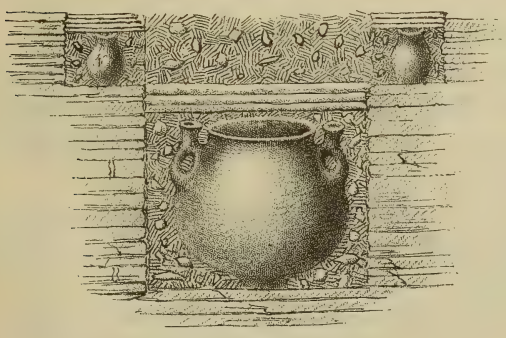
Grab 6 enthielt eine brüchige braune Urne von 25 Ctm. Höhe mit ausgebrochenem Rande, gefüllt mit Leichenbrand ohne Beigaben. In der Nähe lagen Bruchstücke eines spiralig eingerollten Armringes aus Bronze und einige verzierte Topfscherben.

Grab 7 enthielt nur die Trümmer eines mit getriebenen Knotenreihen verzierten Bronzegefässes mit viel Leichenbrand und einen kleinen Ring aus Bronze.

Grab 8. Inhalt: die Trümmer einer zweihenkeligen Thonurne mit Leichenbrand, eine irisirende Glasperle, ein Stück bearbeitetes Hirschhorn und ein Fragment aus Thon.

Grab 9 enthielt eine zertrümmerte Thonurne mit Leichenbrand, einen Spinnwirtel von Thon und eine gut erhaltene Schlangenfiebel (Taf. V, Fig. 2) aus Bronze mit Knöpfen am Bügel.

Fig. 1.



Grab 10, 11 und 12.

Grab 10, 11 und 12. Die beigegebene Figur (Fig. 1) zeigt die Anordnung dieser Gräber. Jedes Grab war mit drei Steinplatten bedeckt. Nr. 10 enthielt eine kleine zerdrückte Thonurne, aus grobem Material mit wenig Leichenbrand; als Beigabe eine Eisennadel mit Bronzegriff; Nr. 11 eine zerdrückte Thonurne mit wenig Leichenbrand, ohne Beigaben. Die Urne war jederseits mit drei kleinen Buckeln geziert.

In dem tieferen Grabe Nr. 12 stand eine grosse Urne (Höhe 25 Ctm., Breite sammt den Henkeln 34 Ctm.) mit zwei Knopfhenkeln aus feinem, gelblichem, stark gebranntem Thon, die sich aussen dunkelbraun bemalt zeigte. Sie war nur zur Hälfte mit Leichenbrand gefüllt, bestehend aus Knochenstücken und Asche ohne erdige Beimengung, und enthielt zwei flachrundliche, durchlöcherte Bernsteinperlen als Beigaben. Diese Perlen waren weich, als ich sie aus dem Leichenbrand nahm. Uberdies enthielt der Leichenbrand einen Nadelgriff von Bronze, der verrostete

Eisentheil zerbröckelte, dann ein kreisrundes, dünnes Bronzeplättchen, das bei der blossen Berührung in Stücke zerfiel. Die schöne Urne wurde bis auf einen Henkelknopf, der später angeleimt wurde, ganz unversehrt gehoben und gehört unstreitig zu den interessantesten Funden. (Siehe Taf. III, Fig. 2.)

31. August.

Grab 13, eine zerdrückte Urne mit Leichenbrand ohne Beigabe; in der Culturschichte Bruchstücke eines Ohrgehänges aus Bronze.

Grab 14. Unter den Steinplatten eine zertrümmerte Urne mit zwei Bronzeringen, einem mit Kreisornamenten verzierten Spinnwirtel aus weissem Thon (Taf. V, Fig. 3) und einer eisernen Nadel mit Bronzegriff.

Resultatlose Versuchsgrabungen in den mit *E*, *F* und *H* auf Taf. II bezeichneten Theilen des Feldes.

1. September.

Weitere resultatlose Grabungen in *D* und *E*.

Grab 15 in dem mit *B* bezeichneten Theile des Feldes, eine braune Urne aus Thon unter dem Hals mit eingeritzten Linien kreuzweise verziert, voll Leichenbrand, aber ohne Beigaben. (Taf. III, Fig. 3.)

Grab 16, 17 und 18. Drei zerdrückte oder richtiger verfaulte Urnen in einem gemeinsamen schief angelegten Grab unter einer langen schmalen Steinplatte.

Grab 19. Eine mit Linienornamenten verzierte braune Thonurne (Taf. III, Fig. 4) mit einem Fingerring aus Bronze als Beigabe. Der obere Rand der Urne war theilweise abgebrochen.

Grab 20. Unter drei Steinplatten eine zertrümmerte Urne mit Leichenbrand ohne Beigabe.

Grab 21. Ohne Steinplatte, die zerstörte Urne war von Wurzeln durchwachsen und von grossen Regenwürmern bewohnt; im Leichenbrand einige Bruchstücke einer Eisennadel.

Grab 22. Unter einer 15 Ctm. dicken Sandsteinplatte eine zerstörte Urne mit einer Nadel aus Hirschhorn, in der Umgebung drei Schneidezähne von einer Ziege.

Grab 23, ein mit drei Steinplatten bedecktes Grab, aber ohne Urne. Der Inhalt des Grabes bestand aus feinem Kohlenpulver mit Erde untermischt, zu unterst lag viel Leichenbrand.

Ein Bronzering war die Beigabe; offenbar hat da die Beerdigung ohne Urne stattgefunden.

Grab 24. Hier war der Sachverhalt derselbe. Die Beerdigung fand auch ohne Urne statt, der Inhalt zeigte neben feiner kohliger Erde nur wenig Leichenbrand.

2. September.

Gräber 25—33. Nachdem einige Zeit vergeblich gearbeitet worden, deckten die Arbeiter nach einander eine Gruppe von neun thönernen Urnen auf. Nachdem jede einzelne Urne von ihren drei Steinplatten abgedeckt war, liess sich auch constatiren, dass alle neun Urnen in ein gemeinschaftliches, in Stein gemeisseltes Grab — also ein Massengrab — gestellt waren, aber sie waren zum grossen Theil zerstört.

Urne 25 war zerstört und enthielt im Leichenbrand drei zerbrochene Beinnadeln mit rundem Öhr (Taf. V, Fig. 4), in der Umgebung fanden sich Bruchstücke von Armringen aus Bronze.

Urne 26 aus Thon enthielt eine stark verrostete Eisennadel und der Grund des Topfes hatte eine halbkugelförmige Vertiefung. Daneben fand sich wieder ein Theil eines spiraligen Armbandes aus Bronze.

Urne 27, am oberen Rande beschädigt, aus grobem röthlichem Thon, 25 Ctm. hoch mit drei seitlichen schlangenartigen, erhabenen Verzierungen. (Taf. III, Fig. 5.) Sie enthielt an Beigaben eine Eisennadel mit Bronzegriff (Taf. IV, Fig. 2), eine Bronzenadel, einen kugelförmigen Bronzeknopf mit Stiel, in dessen unteres Ende ein Loch gebohrt ist. (Taf. V, Fig. 5.) Um diese Urne war ein Theil eines spiralförmigen Armbandes aus Bronze gewunden.

Urne 28 enthielt eine verbogene Bronzenadel.

Urne 29 war reich mit Beigaben bedacht. Sie enthielt drei Bronzeringe von verschiedenem Durchmesser und verschiedener Stärke (Taf. IV, Fig. 3), darunter einer von quadratischem Querschnitt, ein Bruchstück einer Bronzescheibe, einen kleinen Bronzeknopf, einen gut erhaltenen Haarkamm aus Bronze, auf einer Seite mit Kreisornamenten geziert (Taf. V, Fig. 6), einen braunen Thonspinnwirtel, einen zweiten, mehr kugeligen, hellgelben Thonspinnwirtel, einen Fingerring aus Bronze, halbgeschmolzen. Ausserdem fanden sich noch im Leichenbrand an fünfzig klein[e] Nummuliten, die wohl auch als Beigaben angesehen

werden können. Dieselbe Art von Nummuliten fand ich in einer Schichte bei der Kirche St. Madonna im Walde anstehend.

3. September.

Urne 30 enthielt im Leichenbrand einen aus gelbem Thon gefertigten Spinnwirtel mit Spiralornament (Taf. V, Fig. 7), eine honiggelbe, geriefte Glasperle und eine Nadel aus Bein. (Taf. V, Fig8.).

Urne 31 ergab eine zerdrückte Bronzeschale, die sich nur in Stücken ausheben liess, sie enthielt eine sehr schlecht erhaltene Fibel und einen frischen Schneidezahn von der Ziege.

Urne 32 enthielt Bruchstücke einer Fibel, daneben lag eine zerbrochene Thonschale 10 Ctm. breit, 3 Ctm. hoch.

Urne 33, eine kleinere Urne war in die grosse hineingedrückt. Die kleinere enthielt nur Leichenbrand, die grössere Urne ausserdem eine eiserne Nadel mit Bronzegriff.

Grab 34. Eine Brandstelle mit einer Platte bedeckt und mit feinem Kohlenstaub erfüllt, sie enthielt einen menschlichen Prämolarzahn, sechs kleine blaue Glasperlen und mehrere flache Thonscheibchen. Ein Stück einer Bronzenadel fand sich ausserhalb.

Grab 35 barg eine mit fünf Kalkplatten bedeckte, zerstörte Thonurne von schlanker Form mit vier Henkeln am Rande. Der Leichenbrand enthielt eine stark verrostete Eisennadel. In der Umgebung fanden sich beschnittene Stirnzapfen vom Rind und ein Ringbruchstück. In einiger Entfernung fanden wir in der Culturschichte zwei Bruchstücke von Steinbeilen aus einem dioritischen Gestein gefertigt, sowie ein Stück eines irisirenden Glases.

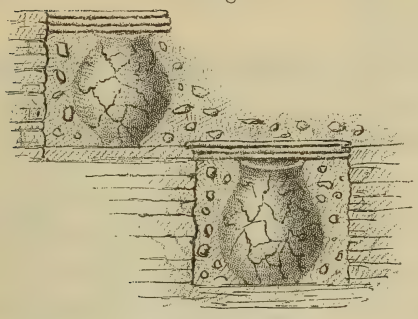
4. September.

Grab 36. Unter sieben Steinplatten aus Kalk eine thönerne Urne mit Zickzack- und Linienornament, die aber in Stücke zerfiel.

Grab 37. Alsdann wurden drei grosse Sandsteinplatten gehoben, von 1 Met. Länge und 10 Ctm. Dicke, unter ihnen lag eine ganz kleine dünne Kalkplatte, darunter eine braune Urne aus Thon, mit Leichenbrand, die sich nicht erhalten liess. Die Umgebung des Grabes war geschwärzt, in der Umgebung ein Schafzahn und ein Spinnwirtel aus Thon.

Grab 38 und 39, ein Doppelgrab. (Fig. 2.)

Fig. 2.



Grab 38 und 39.

Urne 38, klein, mit drei Buckeln verziert, (Taf. III, Fig. 6) enthielt nur Leichenbrand; Urne 39 dagegen enthielt reiche Beigaben, ein System von Spiralringen die oben und unten von einem Bronzeknopf geschlossen waren und einen Spinnwirtel.

Grab 40. Eine niedrige Thonurne mit 2 Henkeln.

Grab 41. Eine unverzierte kleine Urne. In beiden war der Leichenbrand mit viel Erde untermischt und bestand aus einigen zarten Knochenstückchen. Vielleicht die Gräber zweier Kinder.

In der Nähe dieser Gräber fand sich eine zerbrochene Thonschale nebst einigen Bronzestücken.

Im Felde *H* fand sich kein Grab. Wir fanden jedoch ein schlüsselförmiges Eisenstück, ein Stück bearbeitetes Hirschhorn mit deutlichem Sägeeinschnitt, dann ein Gehäuse von *Cerithium vulgatum* und eine Schale von *Monodonta tesselata.*

Grab 42 enthielt nur eine am oberen Rande etwas beschädigte braune Urne aus Thon. (Taf. III, Fig. 7.)

Grab 43, ohne Urne, war mit feiner schwarzer Erde und Leichenbrand erfüllt, worin eine schlecht erhaltene Bronzenadel sich fand.

Grab 44 war mit einer Sandsteinplatte bedeckt (Länge 27 Ctm., Breite 19 Ctm. und Dicke 11 Ctm.), auf deren Unterseite rechteckige Figuren eingemeisselt waren. Die Urne war ganz verfault. Sie enthielt an Beigaben: zwei eiserne Nadeln mit Bronzegriffen, eine Kahnfibel aus Bronze, (Taf. V, Fig. 9) und einen Fingerring aus Bronze. In der Nähe fand sich ein Stück Hirschhorn mit dem Rosenstock und ein dreieckiges Thonstückchen aus rothem Thon.

Grab 45 enthielt nur eine schlecht erhaltene Urne mit Leichenbrand.

Grab 46, ohne Urne, enthielt nur eine zerbrochene Thonschale. Anstatt des gewöhnlichen Leichenbrandes fand sich viel Kohlenpulver mit Erde gemischt vor.

Grab 47, mit drei Kalkplatten bedeckt, enthielt eine niedrige Urne (Taf. III, Fig. 8). Der Leichenbrand bildete eine compacte Masse mit viel Erde untermischt, in ihm stak eine verbogene Nadel aus Bronze.

Grab 48 enthielt eine ziemlich gut erhaltene Situla aus Bronze von 20 Ctm. Höhe (Taf. IV, Fig. 4). Der obere Rand war abgelöst und liess als Ausfüllung einen Bleiring erkennen. Die Situla ist ohne Ornamente und an einer Seite mit fünf Nägeln genietet. Der Tragreifen, der einmal, wie die Reste von Henkeln beweisen, am oberen Rande vorhanden war, wurde nicht gefunden. Sie enthielt Leichenbrand, in dem ein breites, ringförmig zusammengebogenes grosses eisernes Messer lag. Weiter fanden sich einzelne Knochenstückchen mit Kreisornamenten versehen, (Taf. V, Fig. 10), ferner Bruchstücke von Eisennadeln.

Grab 49, mit drei Platten gedeckt, darin eine zerdrückte Urne mit Leichenbrand.

6. September.

Keine Ausgrabungen.

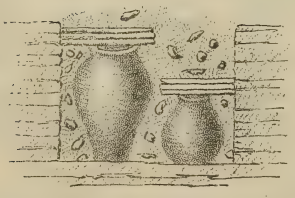
7. September.

Grab 50. Die Urne war zerdrückt und enthielt im Leichenbrand eine schlecht erhaltene eiserne Lanzenspitze.

Grab 51. Urne mit Leichenbrand zerdrückt, in diesem wieder eine ganz verrostete eiserne Lanzenspitze.

Grab 52. Eine verfaulte Urne mit Leichenbrand.

Fig. 3.



Grab 53 und 54.

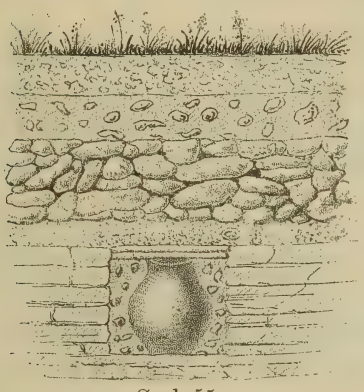
Doppelgrab 53 und 54 mit zwei Urnen. Fig. 3.

Urne 53 enthielt ein Bronzestück, das einen Bleiring umgibt, und eine Nadel aus Bronze.

Die Urne 54 enthielt sehr wenig Leichenbrand, aus einigen zarten Knochenstücken bestehend, ohne Asche.

Grab 55 enthielt eine zertrümmerte Urne. Fig. 4 zeigt uns die Situation des Grabes und die darüber liegenden Schichten.

Fig. 4.



Grab 55.

Die Urne war im Umfange mit Kalkscherben und Erde umgeben, die rechteckige Grube mit drei dünnen Kalkplatten (im Slavischen škryla) bedeckt. Darüber folgt die Culturschichte, in der häufig Objecte gefunden wurden. Über dieser Culturschichte liegt eine mitunter einen halben Meter mächtige Geröllschichte, zumeist aus Sandstein bestehend. Auf ihr liegt eine von Kalkscherben untermischte Humusschichte und zu oberst die eigentliche Humusschichte. Die Mächtigkeit sämmtlicher Schichten betrug 1·5 Meter.

In der Urne fand sich als Beigabe ein frischer Milchschneidezahn von der Ziege und eine verbogene Bronzenadel. Nebenan lag eine Schale aus Thon mit Trümmern einer Bronzenadel. Da die Umgebung dieser Fundstelle starke Brandspuren an sich trug, bezeichnete ich diese Brandstelle mit Nr. 56. Unter dieser Brandstelle lag auch wirklich das eigentliche Grab, welches zwei Urnen enthielt. Bei der Untersuchung des Leichenbrandes zerfielen beide in Trümmer.

Urne 57 war aus grobem braunem Thon gearbeitet, und 18 Ctm. hoch.

Urne 58 aus feinem röthlich gelbem hartgebranntem Thon, mit rother Farbe bemalt, ähnlich wie Urne 12, 30 Ctm. hoch und mit einem in einen flachen, scheibenförmigen Knopf endenden Henkel.

Urne 57 enthielt ein flaches Eisenblech.

Urne 58 enthielt einen Bronzenagel und eine verrostete Eisennadel. Im Leichenbrand liessen sich viele grössere verkohlte Stücke der Hirnschale und der Kiefer erkennen.

Grab 59. Eine kleine 15 Ctm. hohe Urne aus braunem Thon mit wenig Leichenbrand. Wahrscheinlich das Grab eines Kindes.

Grab 60 enthielt eine sehr kleine unförmlich gestaltete Urne, verfault; in der Culturschichte fand sich ein Bronzebeschläge, vielleicht von einer Gürtelschliesse (Taf. V, Fig. 11) und ein thönerner Spinnwirtel.

Grab 61 enthielt eine kleine verfaulte Urne mit viel feiner verkohlter Erde als Inhalt. Darin lag eine von zwei dünnen Kalkscherbchen geschützte Bernsteinperle (Taf. V, Fig. 12.). In der Culturschichte lagen zwei zerfressene Bronzebleche von länglicher Form.

Grab 62, tiefer gebettet als die vorhergehenden in $1^1/_2$ Met. Tiefe, enthielt eine Urne aus dunkelbraunem Thon mit drei Winkelhenkeln (Taf. III, Fig. 9) ohne Beigabe.

Grab 63 enthielt eine zerbrochene Thonschale mit dem Boden nach aufwärts, und viel feine schwarze Erde mit Kohlentheilchen gemischt.

Grab 64 enthielt eine gerippte Ciste aus Bronze (Taf. IV, Fig. 5), mit vier Nietnägeln jederseits am oberen Rande. Die Bronzeciste war völlig mit Leichenbrand und Asche gefüllt, darin lag ein grosser Nummulit und ein Stückchen rothen Sandsteines.

Das anstossende Doppelgrab 65 und 66 barg zwei zerdrückte Thonurnen mit kleinen Bronzebruchstücken.

Grab 67 enthielt eine zerdrückte Thonurne, an Beigaben eine verbogene Bronzenadel (Taf. IV, Fig. 6) mit fünf kugel- und ebenso vielen scheibenförmigen Abschnürungen am Griffe versehen.

Grab 68 enthielt die Trümmer einer grossen Bronzeschale, ganz mit Leichenbrand gefüllt. Darüber lag ein harter, sandiger Kalkstein, vielleicht ein Stössel, unter dem Boden des Gefässes lag ein Nummulit.

Im Grab 69 befand sich eine zerbrochene Thonschale und feiner Kohlenstaub.

Am 8. und 9. September wurde die Arbeit anlässlich der Festtage eingestellt und am 10. September wieder aufgenommen.

10. September.

Das Grab 70, mit drei Steinplatten gedeckt, ohne Urne, mit feinem Kohlenpulver und Erde gefüllt, enthielt 25 kleine flache

Thonperlen von verschiedener Grösse und Bruchstücke von hohlen Bronzeringen.

Grab 71 enthielt eine zerfressene 7·5 Ctm. hohe und 20 Ctm. breite getriebene Schale aus Bronze. (Taf. IV, Fig. 7.) Das Grab war nur mit einer Kalkplatte bedeckt. Das Gefäss enthielt viel Leichenbrand, der Boden ist zerbröckelt.

Grab 72 enthielt die Fragmente einer gerippten Bronzeciste mit Zickzackornament und erhabenen Rippen. (Taf. IV, Fig. 8.) Der Leichenbrand enthielt ein Bronzearmband mit drei Spiralen von quadratischem Querschnitt und Bleistücke. Ausserhalb fand sich ein Backenzahn vom Schwein, ein Eisenring und zwei Gürtelschliessen aus Bronze. (Taf. V, Fig. 13.)

Grab 73. Zwischen den beiden Gräbern mit Bronzegefässen lag ein Grab mit einer Thonurne, 32 Ctm. hoch, stark bauchig, unverziert, gut erhalten, enthielt nur Leichenbrand.

Unter der Urne lagen drei kleine blaue Perlen aus Glas und ein Bronzestab.

Grab 74 enthielt eine Situla aus dünnem Bronzeblech von ähnlicher Form wie jene in Grab 48, mit einem in den Rand eingelegten Bleiring, an Beigaben fand sich eine Nadel; im Leichenbrand fanden sich 12 verkohlte Menschenzähne.

Grab 75 enthielt eine verzierte, aber zertrümmerte Thonurne mit Leichenbrand.

Grab 76. Eine ganz zerstörte Bronzeschale, mit Leichenbrand erfüllt und ohne jede Beigabe. Darüber fand sich in der Culturschichte eine verbogene Fibel (Taf. V, Fig. 14), die zur Gruppe der halbkreisförmigen Fibeln zu gehören scheint.

Grab 77 enthielt wieder ein dünnes Bronzegefäss, das beim Ausheben nur Trümmer ergab, mit Leichenbrand gefüllt.

Grab 78 enthielt ebenfalls ein Bronzegefäss, von besserer Erhaltung, und zwar eine getriebene Schale mit eingravirten Zickzack- und Linienornamenten. (Taf. IV, Fig. 9.) Der Boden, der sich nicht erhalten liess, hatte einen kreisrunden hohlen Eindruck. Die Patina der Bronze ist besonders schön. Das Gefäss enthielt nur Leichenbrand.

Grab 79 enthielt keine Urne, dasselbe war mit feinem Kohlenstaub erfüllt. Am Grunde lag ein Bruchstück eines Bronzeschwertes, mit Zickzackornament (Taf. IV, Fig. 10),

ausser den früher erwähnten Eisenlanzen, die einzige Waffe, die gefunden wurde.

Grab 80 enthielt eine kleine verzierte Thonurne von nur 14 Ctm. Höhe. (Taf. III, Fig. 10.)

Am 11. September wurde in der Culturschichte ein Ringstück, ein kleiner Bleibarren, ein Thonspinnwirtel, ein unkenntliches Eisenstück und die Hälfte eines geknoteten Brozearmbandes (Taf. IV, Fig. 11) gefunden.

Grab 81 enthielt eine zertrümmerte einfache Thonurne mit Leichenbrand.

Grab 82 war eine mit drei Kalkplatten gedeckte Brandstelle mit Kohlenstaub und Erde gefüllt. In der Culturschichte darüber lag ein gespaltener Spinnwirtel aus gelblichrothem Thon, ferner ein aus weissem Thon gefertigter Spinnwirtel, von der Form eines abgestutzten Kegels und eine grüne Glasperle.

Grab 83 enthielt eine Thonurne mit Leichenbrand. Die Umgebung zeigte Brandspuren.

Grab 84 enthielt eine zertrümmerte Thonurne mit Leichenbrand, in der Nähe lag ein Schleifstein mit glatter Schlifffläche.

Grab 85 enthielt eine zerstörte Thonurne, ohne Beigaben. In der Culturschichte ein schwarzbrauner verzierter Topfscherben, ein Bruchstück eines Thonringes, ein Stössel aus einem harten dolomitischen Kalkstein und ein rother verzierter Urnenscherben.

Doppelgrab 86 und 87, zwei Urnen waren in einem gemeinsamen Grabe beigestellt. Die Urne 86 war einhenkelig mit verziertem Henkelknopf und aus gutem Thon gebrannt, der Leichenbrand ohne Beigaben.

Die zweite Urne 87 (Taf. III, Fig. 11) ist eine schöne, aus rothem Thone gebrannte und mit Ringornamenten verzierte Thonurne, die vortrefflich erhalten ist. Längs der Ringornamente waren Bleifolien aufgelegt, deren Bänder, in Bleicarbonat verwandelt, noch deutlich zu erkennen sind. (Taf. III, Fig. 12.) An Beigaben fanden sich im Leichenbrande zwei verrostete Eisennadeln und ein unkenntliches Bronzestück vor.

12. September.

Grab 88 enthielt eine mit Punkteindrücken verzierte Thonurne (Taf. III, Fig. 13). Die Urne war zerstört und enthielt keine Beigabe, nahe davon ein zerbrochener Bronzering.

Doppelgrab 89 und 90 mit zwei zerstörten Thonurnen und einem Bronzering als Beigabe.

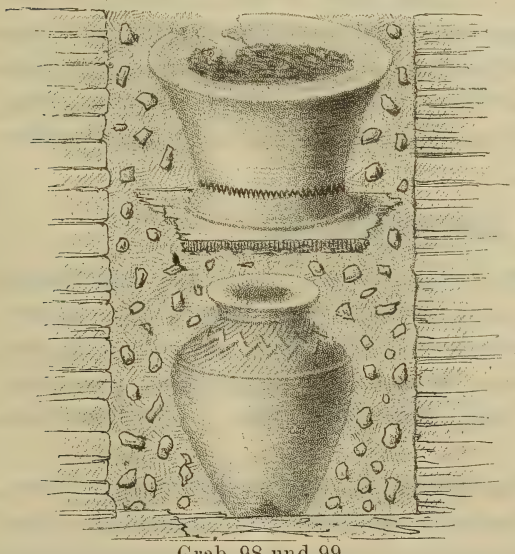
Grab 91 enthielt eine zerstörte unverzierte Thonurne; der mit viel Erde untermischte Leichenbrand enthielt als Beigabe eine kleine irisirende Glasperle und vier Bernsteinperlen von verschiedener Grösse.

Grab 92 enthielt wieder eine zerstörte Urne, im Leichenbrand als Beigabe einen halben Thonspinnwirtel und einen Bronzefingerring.

Grab 93 enthielt eine zerstörte Thonurne, im Leichenbrand Bruchstücke einer Eisennadel. In der Culturschichte ein verzierter Scherben, ein halber Spinnwirtel aus Thon mit Spiralornament und ein Bruchstück von einem Schleifstein.

Grab 94 enthielt eine ganze und schön verzierte Thonurne (Taf. III, Fig. 14) 18 Ctm. hoch, mit Leichenbrand, in welchem sich der Oberkiefer einer Spitzmaus vorfand.

Fig. 5.



Grab 98 und 99.

Grab 95 mit einem einhenkeligen krugförmigen Thongefäss, das feine schwarze mit Kohle untermischte Erde enthielt.

Grab 96 enthielt eine verzierte Thonurne, eine starke Bronzenadel (Taf. IV, Fig. 12) und Bruchstücke einer kahnförmigen Fibel mit langem Fuss.

Grab 97 enthielt eine zerstörte Thonurne. Auf ihr lag eine gebogene Bronzenadel mit Öhr. (Taf. IV, Fig. 13.)

Doppelgrab 98 und 99, zwei Urnen in einem gemeinsamen Grabe über einander gestellt, nur durch eine Deckplatte von einander getrennt. (Fig. 5.) 98 stellt ein oben breites, unten enger

werdendes Bronzegefäss vor, das ganz mit Leichenbrand gefüllt war.

Im Leichenbrand fand sich zu oberst eine Glasperle von beingelber Farbe und schimmerndem Glanze und eine in mehrere Stücke zerfallene Beinnadel, die offenbar auch im Feuer war. Die darunter stehende verzierte Thonurne 99, welche vom Bronzegefäss nur durch eine Kalkplatte getrennt war, ist 24 Ctm. hoch, und enthielt im Leichenbrand eine verrostete Eisennadel.

Zum Schlusse wurde noch Grab 100 aufgedeckt, welches eine zerstörte Urne mit Leichenbrand und eine verrostete Eisennadel enthielt.

Am 12. September musste ich mit den Ausgrabungen abschliessen, und für die Wiederinstandsetzung des Ackerfeldes, sowie für die Verpackung der Fundobjecte Sorge tragen.

Sämmtliche Fundobjecte wurden an den Obmann der prähistorischen Commission der kais. Akademie der Wissenschaften, Herrn Hofrath v. Hochstetter, eingesendet.

In Triest erfuhr ich, dass nach meiner Abreise die Ausgrabungen in Vermo auf den Gründen des Martinsich von Seiten der Gemeinde Pisino-Mitterburg und von Dr. Amoroso in Pisino im Namen des Istrianischen Landesausschusses mit gutem Erfolg fortgesetzt wurden. Es sollen gegen 70 weitere Gräber geöffnet worden sein.

Schlussbemerkungen.

Die Gräber von Vermo erwiesen sich als reihenförmig angeordnete Gräber ohne oberflächliche äussere Kennzeichen. Dieselben befinden sich in 1—2 Met. Tiefe unter der Erde und liegen schachbrettförmig in mehreren Reihen über das ganze Feld vertheilt, in einer Entfernung von 1—2 Meter von einander.

In einer in den Kalkstein rechteckig ausgemeisselten Grube, sind entweder eine Urne, oder manchmal zwei gestellt. In einem Falle beobachtete ich auch drei Urnen im gemeinsamen Grabe und in einem andern Falle zehn Urnen in einer Grube (Massengrab). Jedes Grab ist mit 1—3 dünnen Kalksteinplatten, manchmal auch mit dicken Sandsteinplatten bedeckt gewesen. In einem Falle fand ich sogar ein Grab mit sieben Steinplatten bedeckt.

War keine Deckplatte vorhanden, so ist wohl anzunehmen, dass dieselbe im Laufe der Zeit durch die Bearbeitung des Bodens vom Grabe entfernt wurde. In wenigen Fällen fand die Bestattung ohne Urne statt; dann war die rechteckige Grube ganz mit Kohlenpulver erfüllt und barg zu unterst ein wenig Leichenbrand, in dem die Beigaben lagen. Der Grund des Grabes war immer der anstehende Kalkstein.

Hat die Bestattung oder Beisetzung der irdischen Reste in einem Gefässe stattgefunden, so geschah dies in den meisten Fällen in einer Thonurne, seltener in einem Bronzegefässe. Waren zwei Gefässe in einem Grabe, so waren beide aus Thon und standen neben einander. Nur in einem Falle beobachtete ich die Beisetzung von Leichenbrand in zwei verschiedenen Gefässen, (Grab 98 und 99), das eine von Bronze, das andere von Thon, beide in einem Grabe, jedoch übereinander. Das Bronzegefäss und die Thonurne waren in diesem Falle durch eine Steinplatte getrennt.

Waren zwei Urnen im gemeinsamen Grabe bestattet, so war auch gewöhnlich jede Urne mit den charakteristischen drei Steinplatten gedeckt. Im Massengrabe war jede Urne mit drei Platten gedeckt.

Was die Form der Gefässe anbelangt, so war dieselbe bei den aus Thon gebrannten eine äusserst mannigfaltige, weniger mannigfaltig sind die Formen der Bronzegefässe. Über die verschiedenen Formen der Gefässe geben die bezüglichen Abbildungen den besten Aufschluss (Taf. III und IV.). Die Verzierungen fehlen mitunter an Urnen aus feinem Thon, sind aber häufig an Urnen aus grobem Thon. Mitunter zeigt Form und Verzierung feinen Geschmack. Die Urnen waren in den meisten Fällen zu zwei Dritttheilen mit dem Leichenbrande gefüllt. Die Menge des Leichenbrandes liess auch errathen, ob Alt oder Jung begraben wurde. Auffallend war die grosse Menge des Leichenbrandes in allen Bronzegefässen, sie waren bis an den Rand damit angefüllt. Bei der genauen Durchsuchung fand ich, dass die Beigaben immer gleich oben im Leichenbrand lagen, in wenigen Fällen waren die Beigaben unter, neben oder über die Urne gelegt. Der Leichenbrand selbst besteht aus verkohlten Knochenstücken. Im Bruche sind sie blauschwarz. Stücke der Extremitäten zeigten

bogenartige Sprünge und Risse. In fast allen Fällen beobachtete ich im Leichenbrande 1—3 Prämolarzähne vom Menschen in gebranntem Zustande. In einem Falle konnte ich 12 solcher Zähne vorfinden. Wenn man die Zähne nicht als Beigaben betrachtet, so bleibt es doch immerhin sehr merkwürdig, warum bei der Bestattung nicht alle Zähne beigegeben wurden. Frische Zähne von Hausthieren fanden sich sowohl im Leichenbrand als in der Umgebung des Topfes. Auffallend war die Umgebung der Gräber. Sie zeigte sich deutlich geschwärzt durch Kohle, die sich selbst noch in ziemlich grossen Stücken vorfand. Die Verbrennung des Leichnams hat somit an Ort und Stelle stattgefunden.

Der Leichnam wurde mit sammt den Beigaben verbrannt, dann die durch Feuer beschädigten Beigaben aus dem Leichenbrand herausgesucht und auf oder in den Leichenbrand gelegt. Sehr bedacht waren die Bewohner von Vermo aus prähistorischer Zeit für die Erhaltung der Bernsteinperlen, die sie als Beigabe zwischen zwei flachen Steinchen geschützt in das Grab legten. Jedenfalls war der Bernstein und Glasschmuck nicht im Feuer, während die Bronze- und Eisengegenstände sehr viel durch das Feuer gelitten haben; nur wenige Fundobjecte sind vollständig erhalten. Der schlechte Erhaltungszustand der Gefässe und Töpfe ist durch andere Umstände erklärlich, die ich schon zum Theil andeutete. Grossen Schaden haben die die Urnen bewohnenden grossen Regenwürmer gethan, wahrscheinlich haben wir es mit *Lumbricus depressus* zu thun. Dieser Wurm hat die Urnen von aussen angebohrt und die in den Urnen über dem Leichenbrande befindliche Erde als seine Behausung benützt; denselben Schaden verursacht auch ein grosser, rother Myriopode, die schöne *Himentaria Tergestina*, die ebenfalls in der Umgebung der Töpfe ihren Aufenthalt nahm. Diese Verwüstungen erleichterten auch das Eindringen der Atmosphärilien, wodurch das Zerstörungswerk noch vermehrt wurde.

Bezüglich der über den Gräbern gelagerten Schichten erwähne ich, dass die unmittelbar über den Gräbern lagernde dünne Erdschichte als Culturschichte zu bezeichnen ist, weil man in ihr Bruchstücke von Bronzen, bearbeitete Steine, Beile, Spinnwirtel aus Thon etc. vorfand.

Was nun die Beigaben anbelangt, so lässt sich Folgendes darüber sagen:

An Waffen fanden sich einige Lanzenspitzen aus Eisen, mit und ohne Widerhaken von verschiedener Form, und seltsam genug nur ein kleines Stück eines mit Zickzackornament versehenen Bronzeschwertes, am Grunde einer Brandstelle.

Von Schmuck fanden sich Armringe, hohle und volle, in Form von Spiralen ohne jede Verzierung, wie auch Handringe, Fibeln in geringer Zahl, Ohrgehänge mit Doppelringen, dicke Fingerringe aus einem Stücke oder aus geflochtenem Drahte, Gürtelschliessen, Zierknöpfe von der Form von Spitzkugeln innen hohl, Haarnadeln, entweder ganz aus Bronze oder zum Theil aus Eisen. In dem Griff der Nadel befindet sich eine immer wiederkehrende Form, es ist ein gewisser Typus ausgeprägt, wie er sich unter anderen bisher mir bekannt gewordenen prähistorischen Bronzefunden nicht vorfindet. Im Griffe wechselt die Scheibe mit der Knopfverzierung. Einige von diesen Nadeln waren ganz erhalten. Alle aber waren mit Gewalt verbogen. Besonders gut erhalten ist ein Haarkamm aus Bronze, auf einer Seite mit Kreisornamenten geziert. Ganze oder zur Hälfte angebrochene Knöpfe von verschiedener Grösse fanden sich auf die Spiralbänder gelegt.

An Glas fand sich nur wenig vor, eine grössere irisirende aufgeblätterte und eine kleine irisirende Glasperle, welche letztere mit vier Bernsteinperlen von abnehmender Grösse als Beigabe in einem Grabe vorgefunden wurden, und vielleicht zusammen ein Ohrgehänge gebildet haben mochten. Überdies fanden sich mehrere kleinere blaue Glasperlen, entweder äusserlich glatt oder mit Ringeindrücken versehen, und eine matt schimmernde Glasperle von beingelber Farbe. Thonscheibchen von flacher, kreisrunder Form und von verschiedener Grösse fanden sich auch vor, sie dürften wahrscheinlich einen Halsschmuck vielleicht bei Kindern gebildet haben.

Perlen von Bernstein fanden sich im Ganzen 7 Stück, drei davon waren flach und von der Form eines Johannisbrodbaum-Samens und vier kugelig geformt.

Spinnwirtel aus Thon von brauner, gelber und selbst weisser Farbe von verschiedener Form mit und ohne Verzierung waren

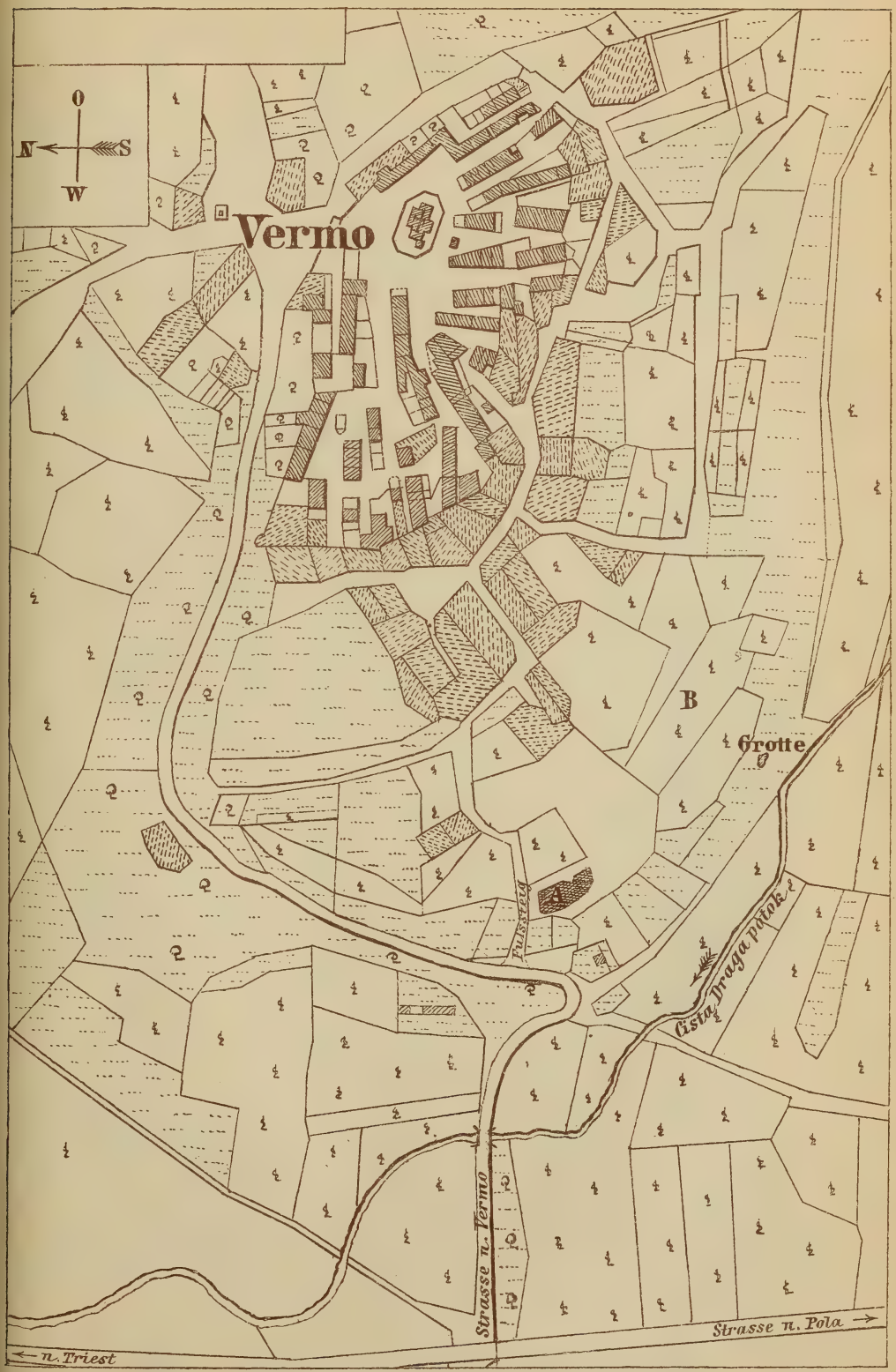
ziemlich häufig, theils in den Urnen, theils ausserhalb derselben. Erwähnenswerth sind trapezoidale Thonstückchen, die selten gut erhalten waren. Sie lagen auf der Deckplatte, mit der die Urne bedeckt war.

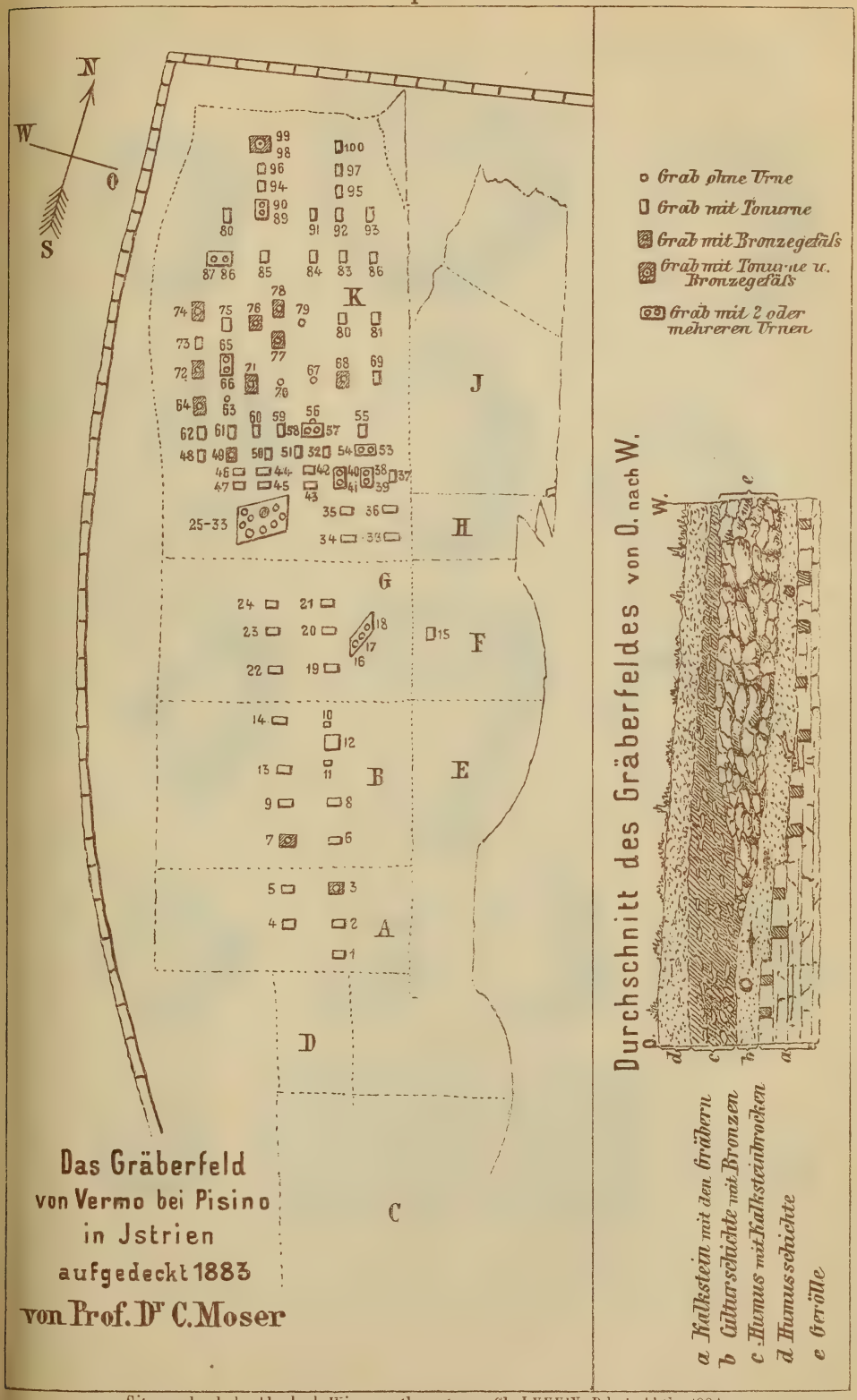
Nach der mir nur sparsam zu Gebote stehenden Literatur konnte ich zwischen den Funden von Vermo und jenen von anderen prähistorischen Localitäten nur wenige Vergleiche machen. Immerhin aber liess sich feststellen, dass die Bronzefibeln und die Bronzegefässe, erstere mit Fibeln aus Watsch in Krain, letztere mit Gefässen aus den Gräbern von Hallstatt auffallende Ähnlichkeit haben. Es betrifft das die auf Taf. V, Fig. 2 abgebildete Schlangenfibel und die auf Taf. IV abgebildete Situla.

Ich fühle mich auch eines kritischen Urtheiles völlig überhoben, wenn ich hier die eigenen Worte des Obmannes der prähistorischen Commission Herrn Hofrathes F. v. Hochstetter getreu anführe, welche in einem Briefe an mich gerichtet wurden. Da heisst es: „Die Funde von Vermo stimmen recht gut mit den altitalischen Funden in Oberitalien aus den angeblich umbrischen Gräbern. Sie gehören also in die Hallstätter Periode, wie unsere Krainer Funde, wenn auch eine locale Verschiedenheit sehr deutlich hervortritt.“

Zum Schlusse erfülle ich nur eine angenehme Pflicht, wenn ich Allen, die mir bei der vorliegenden Arbeit mit Rath und That hilfreich zur Seite gestanden sind, danke, vor Allem Herrn Hofrath F. v. Hochstetter für das Vertrauen, welches er mir bewies, indem er mich mit den Ausgrabungen in Vermo betraute.

Angenehm berührte mich die Gastfreundschaft, welche mir Seine Hochwürden Herr Pfarrer Matthäus Suplijna erwies, so wie ich das rege Interesse und die Unterstützung des genannten Herrn mit dem vollsten Danke anerkenne. Zu grossem Danke verpflichtete mich Herr Oberingenieur J. Jansta in Pisino, für die Anfertigung des Planes von Vermo nach der Catastralmappe, so wie der Herr Gymnasialdirector von Mitterburg-Pisino für das freundliche und collegiale Entgegenkommen.


O
N
S
W
Vermo
B
Grotte
A
Pulsstrasse
Cista Draga potok
Strasse n. Vermo
Strasse n. Pola
n. Triest



Das Gräberfeld von Vermo bei Pisino in Jstrien aufgedeckt 1883 von Prof. Dr C. Moser

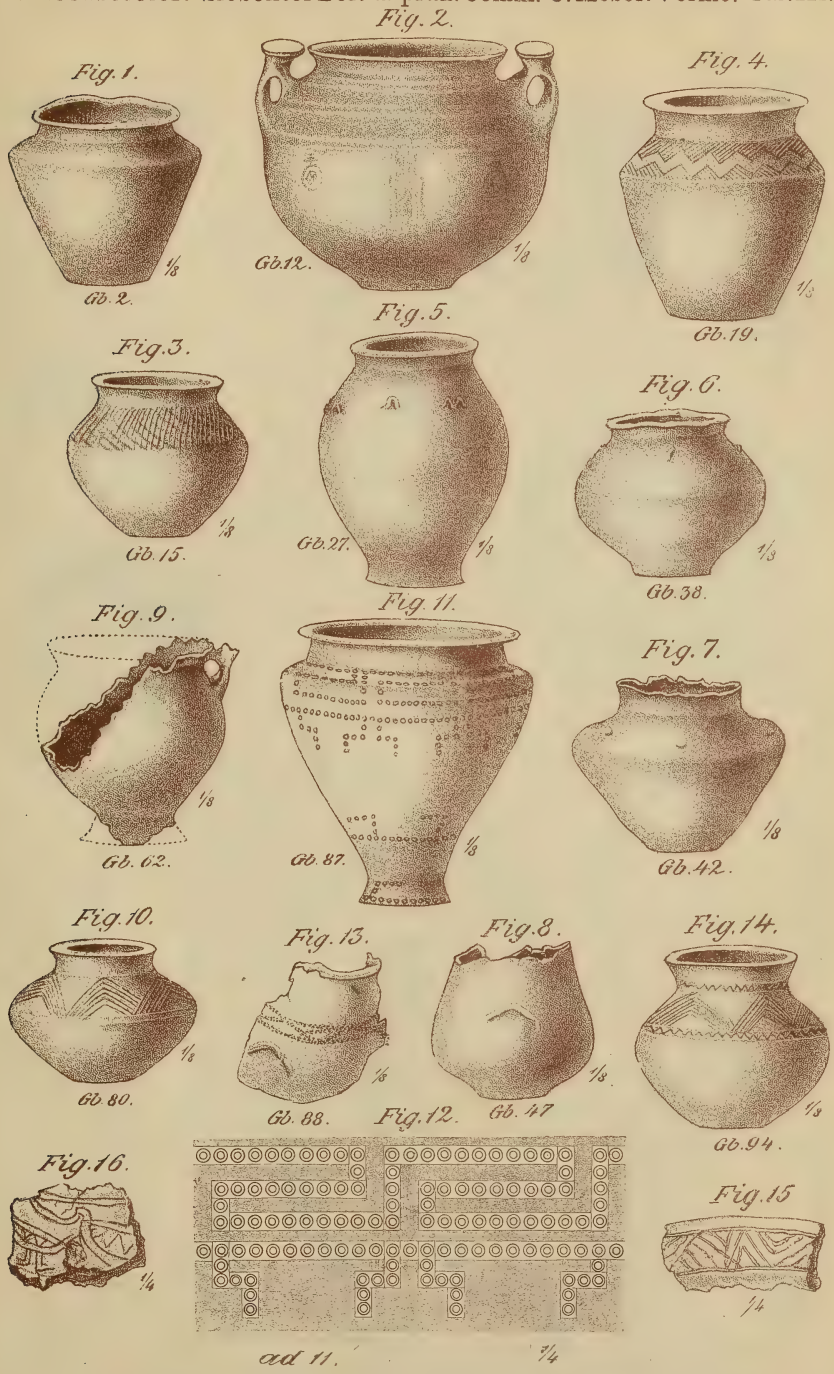


Fig. 1.
Gb. 2.
1/8
Fig. 2.
Gb. 12.
1/8
Fig. 4.
Gb. 19.
1/3
Fig. 5.
Fig. 3.
Gb. 15.
1/8
Gb. 27.
1/8
Fig. 6.
Gb. 38.
1/3
Fig. 11.
Fig. 9.
Gb. 62.
1/8
Gb. 87.
1/8
Fig. 7.
Gb. 42.
1/8
Fig. 10.
Gb. 80.
1/8
Fig. 13.
Gb. 88.
1/8
Fig. 12.
Fig. 8.
Gb. 47
1/8
Fig. 14.
Gb. 94.
1/3
Fig. 16.
1/4
ad 11.
3/4
Fig. 15
1/4

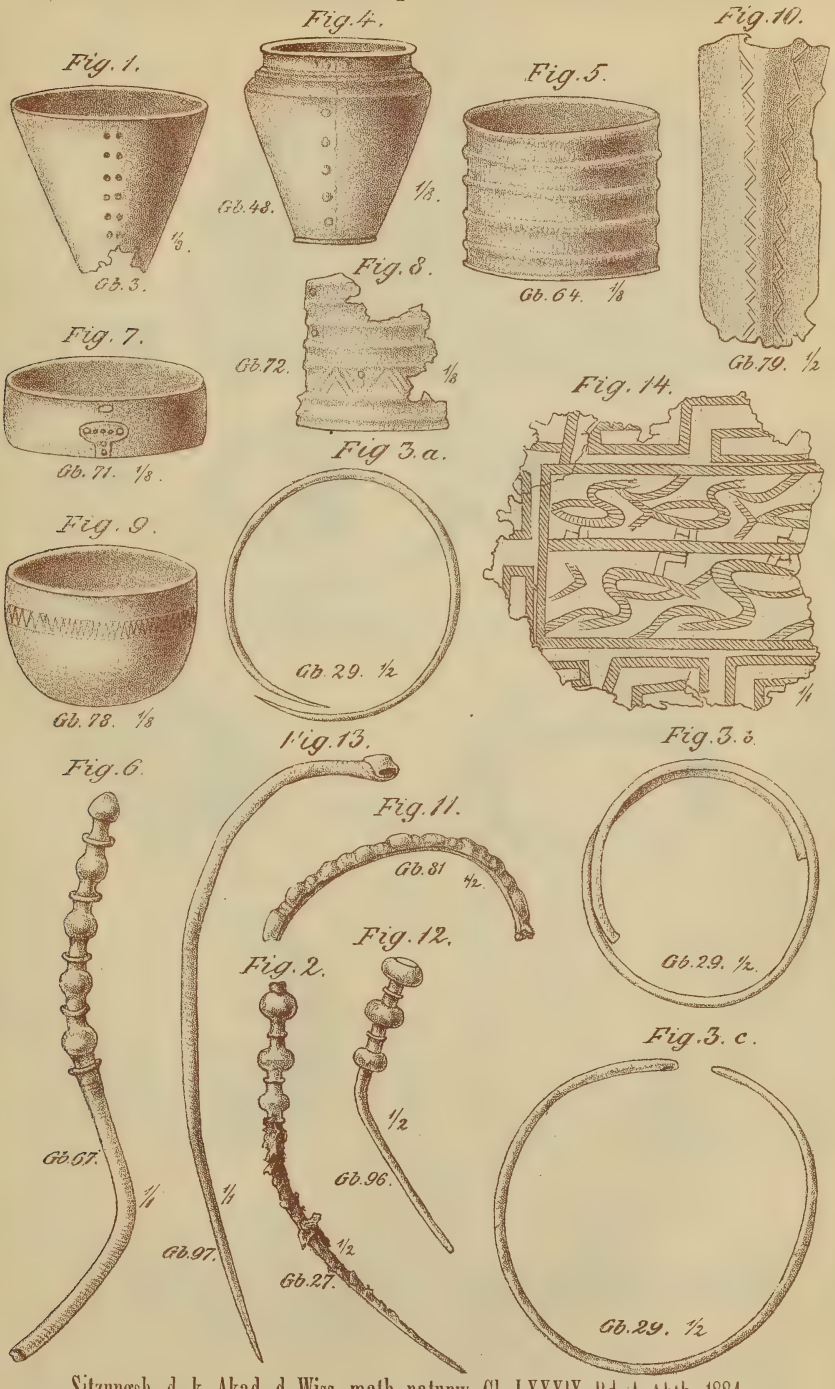


Fig. 1.
Gb. 3.
1/3.
Fig. 4.
Gb. 48.
1/3.
Fig. 5.
Gb. 64. 1/3
Fig. 10.
Gb. 79. 1/2
Fig. 8.
Gb. 72.
1/3
Fig. 7.
Gb. 71. 1/3.
Fig. 14.
1/1
Fig 3.a.
Gb. 29. 1/2
Fig. 9.
Gb. 78. 1/3
Fig. 13.
Fig. 6.
Fig. 11.
Gb. 81 1/2
Fig. 12.
Fig. 2.
Fig. 3. b.
Gb. 29. 1/2.
Fig. 3. c.
Gb. 67.
1/1
Gb. 97.
1/3
Gb. 96.
1/2
Gb. 27.
1/2
Gb. 29. 1/2

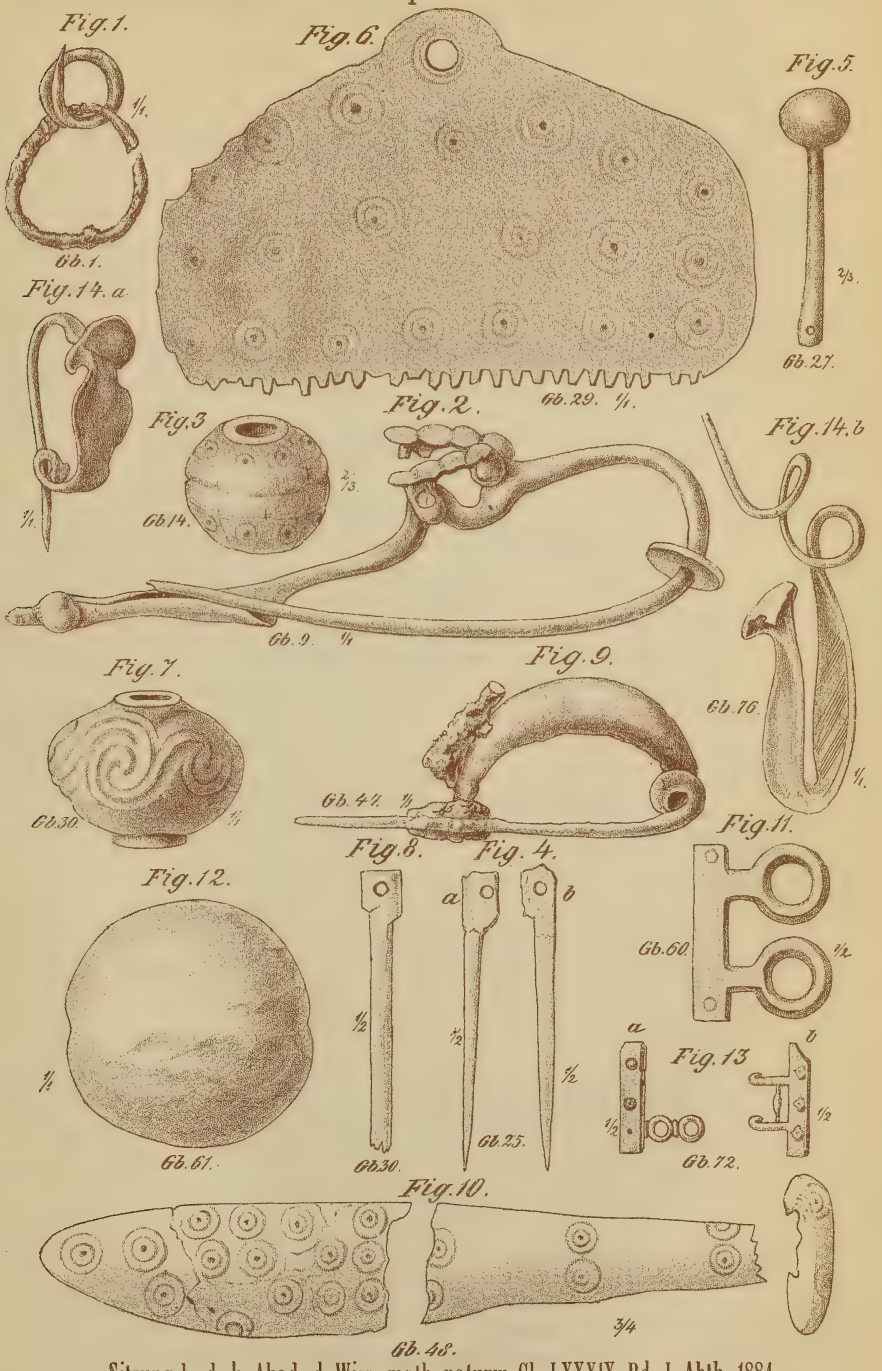


Fig. 1.
1/1
Gb. 1.
Fig. 6.
Gb. 29. 1/1
Fig. 5.
2/3
Gb. 27.
Fig. 14. a
1/1
Fig. 3
2/3
Gb. 14.
Fig. 2.
Gb. 9. 1/4
Fig. 14. b
Gb. 76.
1/1
Fig. 7.
Gb. 30.
1/1
Fig. 9.
Gb. 41. 1/1
Fig. 8.
Fig. 4.
Fig. 11.
Gb. 60.
1/2
Fig. 12.
1/2
Gb. 61.
1/2
Gb. 30.
a
b
1/2
1/2
Gb. 25.
a
b
Fig. 13
1/2
1/2
Gb. 72.
Fig. 10.
3/4
Gb. 48.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Situationsplan von Vermo.

Tafel II.

Das Gräberfeld von Vermo. Nr. 1—100 die im Sommer 1883 von Prof. Dr. Moser geöffneten Gräber.

Tafel III.

Thönerne Graburnen.

Figur 1. Aus Grab 2, Urne aus braunem Thon.
„ 2. „ „ 12, bemalte Urne aus gelblichem Thon.
„ 3. „ „ 15, Urne aus braunem Thon.
„ 4. „ „ 19, Urne aus braunem Thon.
„ 5. „ „ 27, Urne aus röthlichem Thon.
„ 6. „ „ 38, braune Urne mit Buckeln.
„ 7. „ „ 42, braune Urne.
„ 8. „ „ 47, braune Urne.
„ 9. „ „ 62, braune Urne.
„ 10. „ „ 80, braune Urne.
„ 11. „ „ 87, Urne aus rothem Thon mit Kreisornamenten.
„ 12. „ „ 87, Kreisornamente der Urne (Fig. 11) mit Bleifolie belegt.
„ 13. „ „ 88, braune Urne.
„ 14. „ „ 94, braune Urne.
„ 15. } Verzierte Scherben aus der Culturschichte.
„ 16. }

Tafel IV.

Bronzegefässe und Bronzegegenstände.

Figur 1. Aus Grab 3, getriebenes Gefäss aus dünnem Bronzeblech.
„ 2. „ „ 27, eiserne Nadel mit Bronzegriff.
„ 3. „ „ 29, *a)*, *b)*, *c)*, Ringe aus Bronze.
„ 4. „ „ 48, Situla aus Bronze.
„ 5. „ „ 64, gerippte Ciste aus Bronze.
„ 6. „ „ 67, Nadel aus Bronze.
„ 7. „ „ 71, Schale aus Bronze.
„ 8. „ „ 72, Fragment einer Ciste aus Bronze.
„ 9. „ „ 78, ornamentirte Schale aus Bronze.
„ 10. „ „ 79, Bruchstück eines Bronzeschwertes.

Figur 11. Bei Grab 81, Bruchstück eines Armbandes aus Bronze.
„ 12. Aus Grab 96, Bronzenadel.
„ 13. „ „ 97, Bronzenadel.
„ 14. Bronzeblech-Fragment, mit eingravirten Schwanenfiguren.

Tafel V.

Figur 1. Aus Grab 1, Ohrgehänge aus Bronze.
„ 2. „ „ 9, geknotete Schlangenfibel aus Bronze.
„ 3. „ „ 14, Spinnwirtel aus weissem Thon mit Kreisornamenten.
„ 4. „ „ 25, Nadel aus Bein.
„ 5. „ „ 27, Bronzeknopf mit durchbohrtem Stiel.
„ 6. „ „ 29, Kamm aus Bronze mit Kreisornamenten.
„ 7. „ „ 30, ornamentirter Spinnwirtel, gelb.
„ 8. „ „ 30, Nadel aus Bein.
„ 9. „ „ 44, kahnförmige Fibel aus Bronze.
„ 10. „ „ 48, Knochenstücke mit Kreisornamenten.
„ 11. „ „ 60, Beschläge aus Bronze.
„ 12. „ „ 61, Bernsteinperle.
„ 13. „ „ 72, Gürtelschliessen aus Bronze.
„ 14*a*) „ „ Fibel aus der Culturschichte.
„ 14*b*) Aus Grab 78, verbogene Fibel aus Bronze.

3. Ausgrabungen in den mährischen Höhlen im Jahre 1883.

Von **J. Szombathy,**
Assistent am k. k. naturhistorischen Hofmuseum.

(Mit 2 Figuren im Text.)

Dank der neuerlichen munificenten Unterstützung Seiner Durchlaucht des regierenden Fürsten Johann II. von und zu Liechtenstein, welcher zu diesen Arbeiten wieder die Arbeiter und das Arbeitsmaterial unentgeltlich beistellte, wurde die seit vier Jahren betriebene Durchforschung der Höhlen des Josefsthales zwischen Adamsthal und Kiritein fortgesetzt.

Obwohl die Höhlenausgrabungen durch die am 19. Juni durch Hochwässer eingetretenen Verheerungen, in Folge welcher die vorhandenen Arbeitskräfte durch Monate zur Reparirung der bedeutenden Elementarschäden verwendet werden mussten, während der günstigsten Jahreszeit unterbrochen wurden, so dass einige für dieses Jahr geplante Arbeiten vertagt werden mussten, können wir doch ansehnliche Fortschritte und Erfolge verzeichnen. Die Untersuchungen beziehen sich auf zwei Höhlen bei Kiritein, auf die Vypustek-Höhle und die Zitný-Höhle.

Die Vypustek-Höhle.

Die Arbeiten wurden hier am 25. Mai 1883 mit einer Vermessung des links vom Eingange gelegenen Abgrundes *A* eröffnet. Derselbe erwies sich als ein mehrfach verzweigtes Netz von verticalen und horizontalen Canälen und erweiterten Schichtspalten, welche zum Theil mit Höhlenlehm erfüllt waren.

Vom Hauptgange aus gelangt man durch einen sehr engen, circa 6 M. langen Gang an die 0·5 M. breite und 1·5 M. lange obere Mündung des Abgrundes. Von hier schlüpft man zuerst 1·5 M. tief hinab auf einen Ruhepunkt, von welchem sich nach rechts und links ein Kamin nach abwärts senkt. Der linke Schlot ist sehr enge. Den rechten Schlot kann man mit Hilfe einer Leiter nach abwärts verfolgen. Beide gehören einer senkrechten, von SO. nach NW. streichenden Spalte an, welche sich nach

unten zu erweitert und mit mehreren senkrechten, von SW. nach NO. streichenden Spalten mehrfach communicirt. Von einer dieser (zweiten) Spalten zweigt in einer Tiefe von 7 M. ein nach links schneckenförmig gewundener schiefer Canal ab, welcher zum Theil mit fettem braunem Lehm angefüllt ist. Verfolgt man diesen Canal nach abwärts, so gelangt man in eine neue Spalte, welche einen 1·5 M. breiten, 2·5 M. langen Raum mit mehrfachen Seitenverzweigungen bildet. Dieser Raum war mit einer mehr als 2·5 M. mächtigen Ablagerung von Höhlenlehm erfüllt, welche zum Theil schon im Vorjahre abgebaut wurde. Diese Fundstelle ergab neben den Knochen von *Ursus spelaeus*, *Felis spelaea* und *Hyaena spelaea* zahlreiche Reste von kleineren diluvialen Arten von Caniden, Feliden und Musteliden, welche ein werthvolles palaeontologisches Material ausmachen.

Dieser Fundplatz bildet aber nicht den tiefsten Theil des Abgrundes. In die tiefsten Räume kann man vom siebenten Meter aus durch einen nach NW. unter 45° einfallenden, 8 M. langen, schmalen Gang gelangen. Dieselben bestehen der Hauptsache nach aus einem 8 M. breiten, 6 M. langen und 0·2 bis 3 M. hohen Raume mit geneigtem, zum Theil hübsch übersintertem Boden und übersinterter Decke, von welchem wieder einzelne kleine Nebenräume abzweigen. An der tiefsten Stelle dieses Raumes, circa 14 M. unter dem Niveau des Höhleneinganges, wurde das wohlerhaltene Skelet eines erwachsenen kräftigen Mannes gefunden. Es lag an der Oberfläche, mit dem Kopfe nach O. (auf dem geneigten Boden nach aufwärts) gerichtet. Der Erhaltungszustand der Knochen deutet auf ein Alter von möglicherweise hundert oder einigen hundert Jahren. Da aber bei dem Skelet gar kein Artefact gefunden wurde und sämmtliche Knochen unbeschädigt sind, so fehlen eben alle Anhaltspunkte für ein Urtheil über das Alter und über die Art und Weise, auf welche dasselbe an die Fundstelle gelangt ist.

Am 17. Juli liess Herr Oberförster Heintz den hinter der Bärenhalle gelegenen Abgrund *N* von einem Arbeiter befahren. Aus seinem diesbezüglichen Berichte entnehmen wir Folgendes:

Der Abgrund hat die beträchtliche Tiefe von 47·5 M. Er wird durch eine von S. nach N. streichende Felsspalte gebildet, welche im Niveau der Haupthöhle 0·40 bis 0·60 M. breit und

circa 4 M. lang ist. Sie erweitert sich nach unten allmählich, ist in ihrer oberen Hälfte senkrecht, nimmt aber in dem unteren Theile eine Neigung (d. h. ein Einfallen) nach W. an. An der Sohle des Abgrundes wurde ein Wassergerinne mit schnell fliessendem klarem Wasser gefunden, welches eine Breite von circa 2·5 M. und eine geringe Tiefe hatte. Nach starken Niederschlägen staut sich das Wasser in diesem Abgrunde und steigt dann bedeutend. Am 3. Juni 1881 constatirte ich mittelst eines Lothes das Wasserniveau 20·2 M. unter dem oberen Rande. Jetzt wurde auf einem 18 M. tief gelegenen Felsabsatze frischer Schlamm gefunden, welcher offenbar von der am 19. Juni 1883 eingetretenen Überschwemmung herrührte. Auf anderen Felsabsätzen wurde ebenfalls Schlamm und auch Sand gefunden, aber an keiner Stelle zeigte sich eine Ablagerung von Höhlenerde, in welcher nach diluvialen oder prähistorischen Funden gesucht werden könnte.

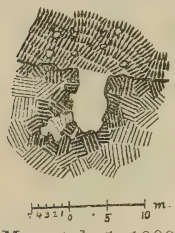
Die Hauptarbeit, die systematische Durchgrabung und Ausräumung der Höhle, machte in Folge der oben erwähnten grossen Störungen nicht die gewünschten Fortschritte. Es wurde der bereits im Vorjahre in Angriff genommene Seitengang *B*, der Seitengang *D* und ein Theil des Seitenganges *C* auf eine Tiefe von 1 M. bis 1·2 M. abgegraben. Ebenso wurde der Hauptgang bis zur Heintzhalle in seiner ganzen Breite durchgegraben. Die abgegrabene Erde wurde wie im Vorjahre aus der Höhle herausgeschafft, auf dem Abhange vor derselben abgeladen und am Tage nochmals durchsucht. Diese rationelle Untersuchungsmethode hat sich als sehr erspriesslich erwiesen und eine Anzahl interessanter kleinerer Fundstücke aus der prähistorischen Culturschichte geliefert, welche sonst wahrscheinlich verloren gegangen wären.

Ein detaillirtes Verzeichniss der aus ornamentirten Gefässtheilen, Knochen- und Steinwerkzeugen und endlich kleinen Schmuckgegenständen aus Knochen und aus Muschelschalen bestehenden Funde unterlassen wir an dieser Stelle, weil ein solches Verzeichniss nur in der Zusammenstellung aller bisherigen Funde vollkommen entsprechen könnte. Es ist daher gewiss nützlicher, eine genaue Beschreibung der prähistorischen, sowie auch der palaeontologischen Funde bis zum Abschluss der Grabungsarbeiten zu verschieben.

Die Zitný-Höhle bei Kiritein.

Diese kleine Höhle liegt im Kiriteiner- oderJ osephs-Thale, $^3/_4$ Kilometer westlich von Kiritein, also halben Weges zwischen diesem Orte und der Výpustek-Höhle, am südlichen Ahhange des Thales, circa 30 M. über der Thalsohle, 20 M. über dem Niveau der Strasse. Sie hat einen niedrigen, flach gewölbten Eingang, welcher vor der Ausräumung circa 3 M. Breite und 1·20 M. Höhe hatte. Er liegt am Fusse einer stark zerklüfteten Felswand, in der sich noch einige andere spaltenförmige Höhlen befinden und sein Vorraum wurde direct von der bewaldeten Schutthalde gebildet. In Folge der vorgenommenen Ausgrabung ist der Eingang sowie der Innenraum so weit erhöht worden, dass man aufrecht aus- und eingehen kann und vor demselben hat sich aus dem eingeräumten Schutt ein kleines Plateau gebildet. Das Innere der Höhle besteht aus einem einzigen, nach rückwärts abgerundeten, flach gewölbten Raum von 4 M. Breite und 7·50 M. Länge, von welchem in südwestlicher Richtung eine kleine Fortsetzung schief nach aufwärts geht. (Siehe den Plan, Fig. 1.)

Fig. 1.



Massstab 1:1000.

Ihren Namen erhielt die Höhle nach dem fürstlich Liechtenstein'schen Forstmeister Herrn Anton Zitný in Adamsthal, welcher sich um die gesammten Ausgrabungsarbeiten und speciell um die Erforschung dieser Höhle grosse Verdienste erworben hat.

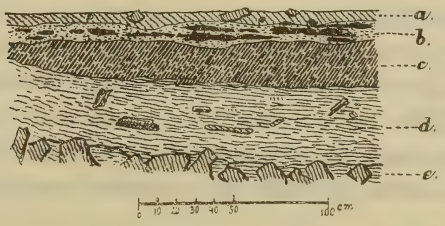
Eine am 19. October 1883 vorgenommene Versuchsgrabung im Innern, in der SW-Ecke, ergab in einer Tiefe von 0·10 bis 0·20 eine Schichte von Asche mit etwas Holzkohle und in grösserer Tiefe braune Erde, in welcher wir 13 Splitter von geschlagenem Feuerstein und 1 Stück Bergkrystall nebst einer Anzahl von aufgeschlagenen Knochen fanden. In Folge dieses Fundes wurde die Abgrabung eines 2 M. breiten Streifens vor dem Eingange und eine gänzliche Ausräumung der Höhle beschlossen und in der Zeit vom 20. October bis Mitte November durchgeführt.

Vor der Höhle wurden keine prähistorische Funde gemacht und auch in dem dem Eingange zunächst gelegenen Viertel der

Höhle waren dieselben sehr spärlich, indem hier auch die Fundschichte eine sehr geringe Mächtigkeit besass. In den rückwärtigen Theilen der Höhle war hingegen die Ausbeute befriedigend.

Die Schichtenfolge (Fig. 2) war in der Mitte der Höhle folgende:

Fig. 2.



Massstab 1 : 400.

a) Zu oberst braune Erde mit *Helix pomacea*, einzelnen Knochen kleiner recenter Säugethiere und einzelnen kleineren und grösseren Kalkfragmenten. 5—10 Cm.

b) Gemenge von Asche, Erde und Holzkohle mit glasirten und schwarzgebrannten, auf der Drehscheibe erzeugten Topfscherben und einigen eisernen Gegenständen. 10—15 Cm.

c) Dunkelbraune humöse Erde ohne Artefacte. 20 Cm.

d) Braune, lehmige Erde mit einzelnen kleineren und grösseren Kalksteinen und mit den prähistorischen Funden, als: Feuersteinsplittern, Knochenwerkzeugen u. s. w. 40 Cm.

e) Brauner Thon mit grossen Kalkblöcken, auf dem gewachsenen Felsen aufliegend.

Gegen die beiden Seitenwände und nach rückwärts hin keilte sich die Schichte *c* aus, so dass an den Rändern auf die Aschenschichte sogleich die Schichte mit den prähistorischen Funden folgte. Gegen den Eingang keilten sich die Schichten *b* und *d* nahezu aus, so dass sie dort kaum zu erkennen waren.

An prähistorischen Funden sind zu verzeichnen:

2 Bernsteinstückchen von unregelmässiger Form; das grössere hat circa 20 Mm., das kleinere 12 Mm. Durchmesser.

Mehrere hundert Stücke von geschlagenem Feuerstein, Hornstein und anderen undurchsichtigen Quarzvarietäten, darunter

80 Spähne von der Form prismatischer Messer und

20 Spähne von pfriemenähnlicher Gestalt, zum Theil mit einer natürlichen Spitze, zum Theil an den Rändern fein zugeschlagen.

Über 100 Stücke von geschlagenem Bergkrystall, darunter wieder

18 Spähne von der Form prismatischer Messer und

18 Bergkrystallstücke von unregelmässig ovaler Form, zum Theil nach Art der „Schaber" an den Rändern fein zugeschlagen.

3 Stück knöcherne Nähnadeln mit feinem Öhr, 1 Mm. dick, 2 bis 3 Mm. breit, schön polirt, und zwar eine mit feiner Spitze, 50 Mm. lang, die zweite mit abgebrochener Spitze, 23 Mm. lang und die dritte ebenfalls mit abgebrochener Spitze, 67 Mm. lang.

1 Knochenspatel mit roh zugeschliffenem, abgerundetem Ende. Der obere Theil ist abgebrochen. Länge 88 Mm., Breite 26 Mm.

7 Knochenstücke, welche Spuren von Benützung und absichtlicher Bearbeitung zeigen; Bruchstücke von Röhrenknochen von Rind oder Pferd.

2 Geweihstücke von Renthier mit Schlagmarken.

Endlich eine grosse Menge von aufgeschlagenen Knochen verschiedener Säugethiere, unter welchen Pferd, Rind, Renthier, Ziege und Fuchs (*V. vulgaris*) bisher bestimmt werden konnten.

Die Aufsicht über die Grabungsarbeiten führte wieder der um diese Untersuchungen so viel verdiente Herr Oberförster Gustav Adolf Heintz in Babitz. Es sei uns an dieser Stelle gestattet, ihm sowie dem Herrn Forstmeister Anton Zitný in Adamsthal, welcher die diesjährigen Arbeiten mit freundlichem Wohlwollen förderte, den verbindlichsten Dank für ihre Bemühungen im Dienste der Wissenschaft auszusprechen.

4. Urnenfunde nächst Kožušan bei Olmütz.

Von **Willibald Müller,**
k. k. Bibliotheksscriptor in Olmütz.

(Mit 1 Tafel).

Im Herbste des verflossenen Jahres (1882) fanden Arbeiter im Innern des Erdwerkes Nr. 10 nächst dem an der Strasse von Olmütz nach Tobitschau gelegenen Dorfe Kožušan beim Lehmgraben eine grössere Anzahl von Thongefässen, welche sie in der Hoffnung, Geld oder Geldeswerth darin zu finden, zerschlugen. Baumeister Aulegk, welcher mir von dem Funde Mittheilung machte, hatte die Scherben der Gefässe gesehen und wahrgenommen, dass auch Knochenreste vorkamen. In Folge dieser Mittheilung begab ich mich auf den Fundort und traf dort einige von verschiedenen Gefässen herrührende Scherben, die sich auf den ersten Blick als Urnenreste darstellten. Dieselben lagen auf der Erde verstreut, wie sie eben von den Arbeitern achtlos bei Seite geworfen worden waren. Meine Vermuthung, dass man es hier mit einer prähistorischen Begräbnissstätte zu thun habe, wurde von competenter Seite getheilt, und bald sah ich mich in die Lage gesetzt, mit einer Subvention der prähistorischen Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften regelrechte Grabungen anzustellen. Ich darf hiebei nicht unerwähnt lassen, dass das k. k. Festungscommando und die k. k. Geniedirection in Olmütz den wissenschaftlichen Zweck in bereitwilligster Weise dadurch förderten, dass sie die Erlaubniss zu Grabungen auf ärarischem Grund und Boden sofort und anstandslos ertheilten.

Das Erdwerk Nr. 10 liegt am Ende jenes von Nordwesten nach Südosten verlaufenden Höhenzuges, welcher in einiger Entfernung vom rechten Marchufer nordwestlich von Olmütz mit der Höhe von Krönau beginnend sich in einem grossen Bogen um die Westseite von Olmütz herumzieht und südöstlich von der Stadt in der Entfernung von etwa acht Kilometern bei dem Dorfe Czertoney steil abfallend die unmittelbare Nähe der March wieder erreicht.

Sämmtliche hervorragende Punkte dieses Höhenzuges tragen gegenwärtig mächtige Forts oder auch nur Erdwerke, wie das

in Rede stehende mit der Nummer 10, welches im Jahre 1866 rasch aufgeworfen wurde und damals schon eine reiche Ausbeute an Urnen geliefert hat, um die sich jedoch angesichts der Kriegsgefahr Niemand kümmerte. Wenigstens haben mir mehrere Personen aus den nächst gelegenen Orten Kožušan und Nimlau, welche die Neugierde zu Zeugen meiner Ausgrabungen machte, in allem Ernste versichert, dass man im Jahre 1866 „viele Fuhren von solchen Töpfen" hier ausgegraben habe. Auf weiteres Befragen erklärten dieselben Leute, dass auch beim Bau der Eisenbahnlinie Olmütz-Brünn, welche das Erdwerk in der Entfernung von etwa 400 M. östlich am Abhange des Hügels — der nächstgelegene Punkt des Bahnkörpers ist der Kilometerstein Nr. 6 nächst dem Wächterhause Nr. 81 — passirt, eine grosse Ausbeute von Thongefässen gemacht worden sei. Man legte der Sache keine Wichtigkeit bei, weil man es mit Kochgeschirren aus der Zeit des Olschaner Lagers in den fünfziger Jahren zu thun zu haben glaubte. Diese Nachrichten in Verbindung mit dem Resultate meiner Ausgrabungen sind ein unumstösslicher Beweis dafür, dass das ganze Terrain, auf welchem das Erdwerk Nr. 10 angelegt ist, sammt seiner Umgebung mit einem Durchmesser von beiläufig Einem Kilometer eine prähistorische Begräbnissstätte ist.

Was nun die Nachgrabungen selbst anbelangt, so begann ich dieselben am 10. Juni mit fünf Arbeitern, und zwar auf dem Terrain inmitten des Erdwerkes dort, wo im vorigen Herbste die ersten Urnen entdeckt worden waren. Der Punkt ist in der mitfolgenden Situation (Tafel I) der Fundorte mit I bezeichnet. Die ersten Nachforschungen beschränkten sich auf das Zusammenlesen der Scherben, welche theils offen zu Tage lagen, theils mühelos aus einer Tiefe von wenigen Centimetern zusammengesucht werden konnten. Es war nicht möglich, aus den vorhandenen Resten auch nur einen so grossen Theil einer Urne zu reconstruiren, dass eine annähernd genaue Messung möglich geworden wäre, doch befinden sich darunter immerhin einige ganz charakteristische Stücke mit roher Ornamentirung, Henkel- und Bodenfragmente, die ein ungefähres Bild der ganzen Gefässe geben.

Es müssen deren fünf oder sechs grösseren oder kleineren Kalibers gewesen sein, denn die Wandstärke der Scherben variirt

von 0·4 bis 1·6 Cm., die Gefässe sind sämmtlich mit freier Hand gemacht. Die Ornamentirung beschränkte sich auf rohe Linien, einzelne Buckeln und Vertiefungen. Bruchtheile mit Wellenlinien suchte ich vergebens. Der Thon sämmtlicher Scherben — und das gilt auch für die sofort zu beschreibenden übrigen Funde — ist sehr stark mit Graphit gemengt und reich von Quarzkörnern und Glimmer durchsetzt. Bei einzelnen Gefässen dominiren die Quarzkörner, andere sind stark glimmerhältig. Diese letzteren tragen offenbar den Charakter einer grösseren Kunstfertigkeit.

Nachdem ich auf dem Fundorte I längere Zeit gegraben hatte, ohne mehr zu finden als Scherben, und nachdem auch das Tiefergehen an dieser Stelle stundenlang vergebens gewesen war, machte ein Arbeiter den Vorschlag, an einer von ihm näher bezeichneten Stelle der äussern Böschung im nördlichen Theile des Wallgrabens einzustechen „dort müsse sich auch so ein Topf befinden". Thatsächlich lag an der von dem Manne bezeichneten Stelle — Situationsplan Nr. III — ein Urnenfragment zu Tage. Der Weisung folgend, liess ich also hier eingraben und wirklich zeigten sich schon nach ganz kurzer Zeit die Conturen einer ganzen Urne. Es wurde nun mit aller Vorsicht an die Blosslegung derselben gegangen, doch zeigte es sich bald, dass sämmtliche Wände geborsten waren, und somit gelang es auch nicht, die Urne unbeschädigt zu Tage zu bringen. Wohl aber war eine vollständige Messung derselben möglich und auch der Inhalt derselben — Knochenreste und lehmige Erde, in eine compacte Masse zusammengebacken sammt zwei Broncefragmenten — konnte unversehrt in Sicherheit gebracht werden. Figur 1 veranschaulicht die Form der Urne.

Angeregt durch diesen verhältnissmässig raschen und vielversprechenden Fund liess ich in der Böschung weiter graben und war so glücklich, schon nach etwa einstündiger Arbeit neuerdings auf eine Urne zu stossen, welche sich in gleicher Tiefe wie die erstgefundene — ein Meter — vorfand. Bei Blosslegung der Erde und Untersuchung der Umgebung zeigte es sich, dass hier eine ganze Gruppe von Urnen eingebettet war, und zwar fanden sich zwei grössere Urnen unmittelbar aneinander stossend und zwischen diesen ein kleines etwa 6 Cm. im Durchmesser haltendes Gefäss.

Weiter in der Böschung, aber immer in derselben Tiefe von 1 Meter fand sich eine vierte Urne. Trotz der peinlichsten Sorgfalt war es nicht möglich, die Gefässe unversehrt zu bergen, da die morschen Wandungen nach allen Richtungen Sprünge zeigten und beim leisesten Anrühren, wie wohl sie ziemlich lange der Sonne, soweit sie blossgelegt werden konnten, ausgesetzt blieben, abbröckelten. So viel konnte jedoch constatirt werden, dass die Urne Nr. 2 der Form nach identisch mit der Urne Fig. 1 war. Einige Abweichung zeigte die als dritte blossgelegte Urne Fig. 2. Dieselbe trägt einen Kranz von senkrechten Kerben und der Obertheil verläuft mehr senkrecht. Der Durchmesser der Bodenfläche beträgt wie bei der ersteren 13 Cm., die grösste Weite misst um drei Centimer weniger, doch ist der Obertheil um drei Centimeter höher wie bei Fig. 1, während die Höhe des unteren Theiles um sieben Centimenter weniger beträgt.

Während ich noch damit beschäftigt war, die eben beschriebene Gruppe zu heben und abzumessen, wurde ich auf den in der Skizze mit II bezeichneten Eingang zum Fort aufmerksam gemacht.

Nachdem also die Funde von Nr. III so gut als möglich in Sicherheit gebracht waren, schritt ich zur Untersuchung des Punktes bei II. Auch dort lagen im Grase versteckt, in der jenseitigen Böschung des Wallgrabens, einige Scherben von einer anscheinend grossen Urne und in etwa $^3/_4$ Meter Tiefe zeigte sich eine alte Abgrabung neben den Scherben. Offenbar hatte hier schon irgend Jemand vorher nachgegraben und vielleicht eine hier vorhandene Urne zu Tage gefördert. Vorsichtiges Weiterarbeiten führte zur Blosslegung einer Urne von dem verhältnissmässig kolossalen Durchmesser von 62 Centimetern Fig. 3. Ich fand den untern Theil derselben von der grössten Ausbauchung nach abwärts bis zur Bodenfläche noch fast ganz vor. Der obere Theil war aber zumeist nach einwärts geschoben und fand sich in Scherben im Innern, wo sich ausser der lehmigen Erde noch Knochenfragmente und ein zwei Centimeter langes, an seinem dünneren Ende gekrümmtes Fragment aus Bronce — vielleicht zu einer Fibel gehörig — vorfanden. Auch diese Urne zeigte so mürbe Wandungen, dass ein Herausschaffen im ganzen Zustande

Müller, Urnenfunde nächst Kožužan.

Fig. 1.

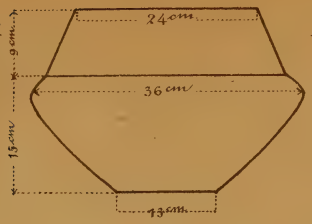


Fig. 2.

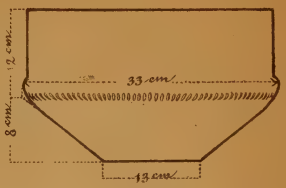
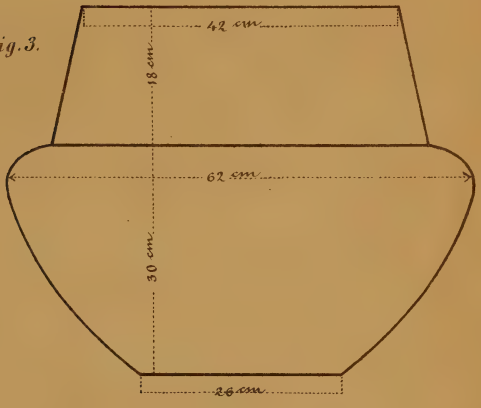
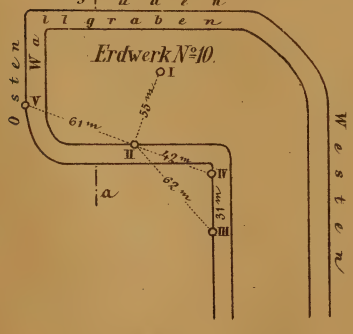


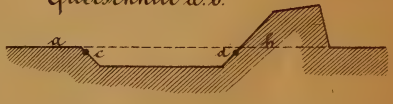
Fig. 3.



Situation der Fundorte.



Querschnitt a.b.



Fundorte bei c und d in 1 m Tiefe.

F. Schima lith. Druck v. J. Wagner, Wien.

Sitzungsb. d. kais. Akad. d. W. math. naturw. Classe LXXXIX. Bd. I. Abth. 1884.

unmöglich war. Die Form der Urne liess sich indessen sammt ihren Maassen ganz gut fixiren. (Vergl. Fig. 3.)

Nachdem auch der Fundort II ausgebeutet worden war, gab ich meinen Arbeitern den Auftrag, die Fundorte III und II durch eine Gerade zu verbinden und einen Graben von einen zum andern Punkt zu ziehen. Meine Hoffnung, auf diesem Wege ein Resultat zu erreichen, hat sich indessen nicht verwirklicht. Die ganze in dieser Richtung geführte Erdbewegung blieb vergebens und wurde nicht das winzigste Urnenfragment zu Tage gefördert. Dagegen war ich im Verlaufe der Arbeiten mit zwei anderen Punkten glücklicher. Es sind dies die beiden ebenfalls in der Wallgrabenböschung gelegenen Punkte IV und V.

Bei IV wurde eine Gruppe von Urnen aufgegraben, doch war diese Gruppe so ineinander und durcheinander gebrochen, dass mit Ausnahme einer hübsch gearbeiteten glimmerreichen Schale, welche so ziemlich unversehrt hervorgezogen werden konnte, nicht ein einziges Exemplar erhalten wurde. Auch war es nicht möglich, Messungen vorzunehmen. Von Knochenresten fand sich hier nichts vor und ich möchte fast glauben, dass diese Gruppe von späterer Hand einmal aufgewühlt worden ist.

An dem mit V bezeichneten Fundorte fanden sich nur Bruchstücke von sehr grossen, dickwandigen Urnen. Hier hat zweifellos schon eine Umwühlung des Bodens stattgefunden, da die Scherben seichter und gänzlich zerstreut durcheinander lagen.

Von einem Verschlusse der Urnen zeigte sich nicht die geringste Spur; auch spricht kein Anzeichen dafür, dass die einzelnen Gefässgruppen etwa durch Steinwände eingeschlossen oder mit Steinplatten bedeckt worden wären. Es findet sich in dem ganzen Terrain weit und breit unter der kaum 30 Cm. tiefen schwarzen Ackererde nur eine fette Lehmschicht, die sich wie Butter schneiden lässt und eine bedeutende Tiefe hat.

5. Über die Hügelgräber von Frög bei Rosegg in Kärnten und die in denselben gefundenen Bleifiguren.

Von Dr. **Ferdinand v. Hochstetter.**

(Mit 1 Tafel und 4 Figuren im Text.)

Es war mir stets auffallend, dass in Kärnten, welches doch so reich an Fundstätten aus römischer Zeit ist, verhältnissmässig so wenige Fundstätten aus der Hallstätter Periode bekannt geworden sind, während gerade Gräberfelder aus dieser Periode in den Nachbarländern Steiermark und Krain so überaus häufig vorkommen. Diess konnte nur darin seinen Grund haben, dass man in Kärnten in dieser Richtung bis jetzt wenig nachgeforscht hat. Ich habe mich desshalb schon vor zwei Jahren mit dem Vorstande des kärtnerischen Geschichtsvereines in Klagenfurt Herrn Carl Baron Hauser in Beziehung gesetzt, um einen Anstoss zu prähistorischen Forschungen auch in Kärnten zu geben. Diese Bemühungen haben denn auch im Sommer 1883 zu dem ersten practischen Resultate geführt und zwar durch theilweise Aufdeckung der Hügelgräber von Frög bei Rosegg an der Drau, östlich von Villach und südlich von Velden.

Das Gräberfeld liegt am rechten Ufer der Drau südlich von Rosegg. Dasselbe erstreckt sich von der Behausung des Bräuers Seidl, welche unmittelbar am Thiergarten des Schlosses Rosegg liegt, von Norden nach Süden ungefähr 1560 Schritte in die Länge und ein Sechstel dieser Ausdehnung in die Breite über den östlichen Abhang eines freistehenden bewaldeten Hügels, dessen westliches Gehänge durch zwei Teiche und sumpfige Wiesen begränzt wird.

Die Anzahl der Grabhügel, welche hier ziemlich dicht aneinander gereiht sind, beträgt circa 260 und zwar sind die nördlicher gelegenen niedriger und stehen dichter aneinander, die südlichen sind bedeutend höher. Das Erdreich ist feucht und lehmig, nur in der Nähe des Brauhauses schotterig. Hier bedeckte ein kleiner Erdäpfelacker die bereits abgestumpften Grabhügel, und an dieser Stelle entdeckte der Bräuer Friedrich Seidl im Herbst 1882, als er den Acker ebnen wollte, den ersten Steinring

aus Geröllen und Schieferplatten, in dessen Mitte nebst schwarzer Erde und Topfscherben ein stark verrostetes eisernes Beil und ein breiter schöner Kelt aus Bronze lag. In eben diesem Schottergrunde unweit seines Hauses fand derselbe Bräuer im Frühjahre 1883 zufällig zwei Fibeln aus Bronze, und zwar halbkreisförmige Knotenfibeln, wie jene von Watsch. Fürst Lichtenstein kaufte ihm eine derselben, welche gut erhalten und mit schöner Patina überzogen ist, ab. Durch diese Funde angeregt, liess der Steuereinnehmer Wilhelm Kokail zu Rosegg im Mai auf seine Kosten neun Tumuli an verschiedenen Orten öffnen, ohne jedoch vom Glücke besonders begünstigt gewesen zu sein. Nur in einem derselben kamen 12 Thierfiguren (Pferde oder Rinder) nebst vier Rädern und anderen Bestandtheilen eines kleinen Wagens aus Blei vor.

Über diesen ersten Bleifund auf dem Gräberfelde von Rosegg hat mir Herr Steuereinnehmer W. Kokail schon am 2. Juni 1883 berichtet und seinem Bericht einige Skizzen beigelegt, aus denen ich jedoch die Bedeutung dieses merkwürdigen Fundes um so weniger erkennen konnte, als Herr Kokail denselben als die Trümmer eines Schmuckes aus Blei bezeichnete. Da ich ohnehin im Sinne hatte, Herrn Prof. Alfons Müllner aus Linz im Auftrage der prähistorischen Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zum Zwecke wissenschaftlicher Ausgrabungen nach Rosegg zu entsenden, so theilte ich ihm den Bericht Herrn Kokail's mit und beauftragte denselben gleichzeitig, sich nach seiner Ankunft in Rosegg mit Herrn Kokail in Verbindung zu setzen. Allein Herr Prof. Müllner scheint diesen Fund gänzlich übersehen zu haben, da er mir nie etwas darüber mittheilte. Erst Herr F. Kanitz aus Wien, welcher während seines Sommeraufenthaltes in Velden Rosegg besuchte, erkannte die Bedeutung des merkwürdigen Fundes und übernahm denselben, um womöglich die einzelnen Bestandtheile des Wagens zusammenzusetzen und darüber in den Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft zu berichten. Steuereinnehmer Kokail fand sich bei dieser Gelegenheit veranlasst, dieses sein werthvollstes Fundstück dem historischen Museum in Klagenfurt zu schenken, an welches Herr Kanitz dasselbe seinerzeit abliefern wird.

Gegen Ende Juli entsendete ich Herrn Professor Alfons Müllner aus Linz nach Rosegg, um im Auftrage der prähistorischen Commission der k. Akademie der Wissenschaften die Gräberstätte zu untersuchen und darüber zu berichten. Er liess fünf Tumuli öffnen, machte aber in denselben nur unbedeutende Funde und reiste nach kurzer Zeit wieder ab. Leider war Prof. Müllner bis heute nicht in der Lage, den in Aussicht gestellten Bericht einzusenden, so dass ich mich in den folgenden Mittheilungen ganz auf die gefälligen Berichte des Herrn Baron v. Hauser stütze, welcher im August weitere Ausgrabungen zu Gunsten des Klagenfurter Museums veranlasste.

Es wurde die Gräberstätte eingehend besichtigt, dabei wurden jene Tumuli ausgewählt und bezeichnet, deren Öffnung am meisten Erfolg versprach. Es waren deren zwölf, welche sowohl ihrer Lage als äusseren Form nach charakteristische Typen der verschiedenen Grabhügel boten. Die Ausgrabungen selbst wurden von dem Diener des kärntnerischen Geschichtsvereines Kaiser besorgt. Dieselben wurden bei günstigster Witterung von Anfangs August ununterbrochen bis 2. September fortgesetzt.

Es wurden in dieser Zeit jene zwölf Grabhügel geöffnet, deren Situation aus der beigegebenen Skizze ersichtlich ist. (Tafel I).

Im Grabhügel 1 wurden zwei eiserne Lanzenspitzen gefunden. Grabhügel 2 gab kein Resultat. Grabhügel 3 war schon einmal geöffnet und seines Inhaltes beraubt, wie man dies aus der Zerstörung des Steinringes, aus den zerstreut vorkommenden Urnenscherben, und der unregelmässigen Lagerung der Kohlen und Aschenreste, auch bei mehreren andern Grabhügeln bemerken zu können glaubte.

Auch in den Grabhügeln 4 und 5 wurde nichts gefunden, obwohl letzterer ganz entschieden noch intact war. Grabhügel 6 war einer der grössten; gefunden wurden in demselben 12 Reiter aus Blei, ein Vogel ebenfalls aus Blei, ein Henkel und zwei Knöpfe aus Bronze. Im Grabhügel 7 wurde nichts gefunden; im Grabhügel 8 eine Messerklinge aus Eisen und ein Bronzestift; im Grabhügel 9 ein Steigeisen mit sechs Spitzen und ein sichelförmiges grosses Messer aus Eisen. Grabhügel 10 scheint ein

Massengrab gewesen zu sein, es enthielt nichts als Asche und Kohle. Im Grabhügel 11 wurden wieder sechs Reiter aus Blei und die Reste eines Schmuckes aus Bronze und Eisen gefunden. Grabhügel 12 enthielt zwar keine reichen Funde, gab aber werthvolle Aufschlüsse über die Blei- und Töpferindustrie Kärntens in prähistorischer Zeit.

Während die Bronze- und Eisengegenstände und ebenso die Thongefässe, welche gefunden wurden, keinen Zweifel darüber aufkommen lassen, dass die Grabhügel von Rosegg der Hallstätter Periode angehören, so ist doch der Fund der Bleifiguren und des Wagens aus Blei mit seinem Zwölfergespann etwas noch nie Dagewesenes und gewiss eine der merkwürdigsten Entdeckungen auf dem Gebiete der prähistorischen Forschung, um so merkwürdiger, als sie in dem bleireichen Kärnten gemacht wurde und gerade in demjenigen Theile von Kärnten, wo die meisten Bleibergwerke vorkommen, so dass man an einer uralten einheimischen Bleiindustrie in dieser Gegend nicht mehr zweifeln kann.

Zwar hat man Blei schon in mehreren Gräberfeldern unserer Alpen aus der Hallstätter Periode gefunden, aber nicht selbstständig verarbeitet zu Figuren und Ornamenten. Über das Vorkommen von Blei auf dem Gräberfeld von Hallstatt selbst sagt z. B. Baron v. Sacken (in seinem bekannten Werke S. 119): „Das Blei finden wir nur zu dünnen Stäbchen oder Draht ausgezogen, als Futter der übergebogenen Ränder bei Gefässen (Kesseln), einem Helme, sowie als Ausfüllung des Bodens bei einigen Erzgefässen, einmal auch als Unterlage eines Goldplättchens; es stellt sich als Hüttenproduct mit geringer Beimischung von Kupfer und Silber dar.“

Auch auf den Gräberfeldern zu Watsch und St. Margarethen in Krain ist Blei in Form von kleinen Kugeln oder in der Form von Draht als Futter in den Rändern von Bronzegefässen vorgekommen; ebenso auf dem im Sommer 1883 von Prof. Dr. C. Moser in Istrien bei Vermo unweit Pisino aufgedeckten Gräberfeld aus der Hallstätter Periode, wo auch eine schöne, mit Kreisornamenten verzierte rothe Thonurne in der Form einer Situla vorkam, die noch deutlich erkennen lässt, dass die Verzierungen mit Bleifolie bedeckt waren, die jetzt natürlich ganz in

Bleicarbonat umgewandelt ist. Aber wie gesagt, von gegossenen Bleifiguren aus dieser frühen Periode ist bisher nichts bekannt geworden. Ich will der Beschreibung, welche uns Herr F. Kanitz von dem Wagen und seinem Gespann aus Blei geben wird, nicht vorgreifen und nur einige Bemerkungen über die bleiernen Reiter und Vogelfiguren machen, welche jetzt in dem Museum zu Klagenfurt sind und die Herr Baron Hauser mir freundlichst zur Einsicht und näheren Untersuchung übersandte.

Die rohen naiven Figuren der Pferde und Reiter werden am besten aus den beistehenden Zeichnungen veranschaulicht.

Fig. 1.

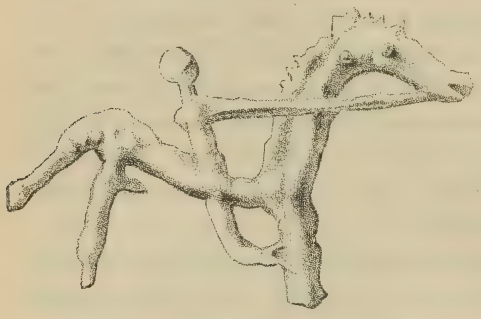


Fig. 3.

Fig. 2.

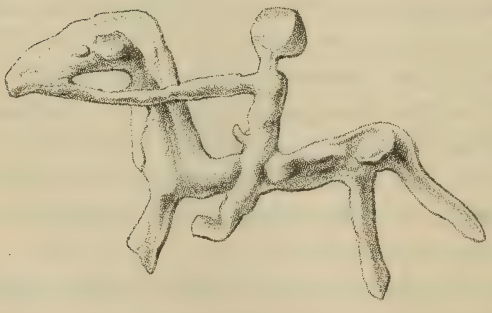


Fig. 4.

Die Stücke sind äusserlich weiss, weil sie oberflächlich in erdiges Bleiweiss (Bleicarbonat) umgewandelt sind, sie haben aber alle noch einen inneren Kern von biegsamem metallischem Blei. Sie sind sämmtlich gegossen; ein Theil ist nur auf einer Seite im Relief modellirt, während die andere Seite flach ist (Fig. 1); ein anderer Theil ist von beiden Seiten plastisch (Fig. 2) und lässt noch ganz deutlich die Gussnähte erkennen.

Bemerkenswerth sind je zwei Knoten an den Pferdeköpfen, wovon der eine wahrscheinlich das Auge, der andere das Ohr bezeichnet, ferner die gut markirten Mähnen und der lange Schwanz. Von den Füssen sind nur zwei dargestellt, und ebenso wie die Reiter zum grossen Theil als männliche Individuen charakterisirt sind, ebenso die Pferde als Hengste. Die Vogelfiguren (Fig. 3 und 4) erinnern am meisten an Enten.

Wozu nun diese Figuren wohl gedient haben und was sie bedeuten? Die nur einseitig gegossenen Figuren können aufgelegt auf Holz oder Thon bei verschiedenen Gegenständen als Verzierung gedient haben. Herr Ingenieur Lob aus Klagenfurt soll ein Stück eines Thongefässes aus dem Rosegger Gräberfeld in Händen haben, an welchem noch ein bleierner Reiter als Verzierung haftet, wodurch die Verwendung dieser Figuren zur Ornamentirung von Thongefässen thatsächlich erwiesen wäre, ebenso wie die Ornamentirung des oben erwähnten Thongefässes von Vermo mit Bleifolie. Für die von beiden Seiten im Relief gegossenen Figuren habe ich aber vorerst keine andere Erklärung, als dass sie ein Spielzeug waren wie unsere heutigen Bleisoldaten (oder eigentlich Zinnsoldaten), und dass sie, um zu stehen, auf Thon- oder Holzklötzchen aufgesteckt wurden. Allein neue Funde, welche zu erwarten sind, geben vielleicht eine ganz andere Erklärung. Jedenfalls deuten die Reiter auf ein berittenes Kriegervolk, wie wir es ja aus den Darstellungen auf dem Gürtelblech von Watsch und auf den Situlen von Watsch, Bologna und Este kennen.

Eine weitere interessante Frage jedoch, welche sich an die Bleifunde von Rosegg knüpft, ist die nach der Provenienz des Bleies, aus dem sie gefertigt sind.

Wir brauchen bei der Beantwortung dieser Frage nicht in die Ferne zu schweifen; denn Bleibergwerke gibt es heute noch theils in der unmittelbarsten Nähe von Rosegg an der Rudnikalpe, theils in nicht allzu grosser Entfernung bei dem bekannten Bleiberg unweit Villach und bei Raibl; und an allen diesen Punkten kommen die Spuren von uralter Bleigewinnung vor.

Herr Director Ferdinand Seeland in Klagenfurt, an den ich mich in dieser Beziehung wandte, schrieb mir ddo. 8. November 1883:

„Puncto Rosegger Bleifiguren vorläufig Folgendes: Mir selbst wurden bei Gelegenheit einer Expertise in Bleiberg plattenförmige Bleistücke gezeigt, die eben damals auf dem obersten Kamme des Bleiberger Erzberges unter den Wurzeln eines sehr alten Baumes gefunden wurden. Es musste also da in Erdgruben Blei aus dem Erze gewonnen worden, und später über diesen verlassenen Stellen wieder Wald gewachsen sein. Ebenso wird erzählt, dass auf dem Plateau, wo man von Bleiberg nach Rubland über das Erzgebirge geht, alte Bleischmelzen existirten, die nur einfache mit Thon ausgeschlagene Erdgruben ohne jegliches Gemäuer waren. An dem Nordgehänge des Dobrač fand Herr Schoglitsch im Kessellahner Bleiplatten und einen geperlten Bleicylinder, im Gewichte von über 1 Centner zwischen dem Dachsteinkalke in Klüften. Es ist natürlich, dass dieses Blei durch den Lehm und die Dammerde sich beim Schmelzen in die Gesteinsunterlage gezogen hat, wie wir es ja auch heute im Bodenstein unserer Hochöfen finden. Bei successiver Waldrodung ist die dünne Dammerde sammt Schmelzgrube weggeschwemmt, oder vielleicht von der Lawine abgefegt und das verborgene metallische Blei blossgelegt worden.

Kurz die Spuren von primitiven Blei-Schmelzstätten finden sich mehrfach in Bleibergs Umgebung. Es wurde da nur das reinste (Jungfern-) Blei ausgesaigert, das andere blieb in Krätze und Schwamm, die auch gefunden werden.

Ich zweifle nicht, dass das fragliche Blei „Villacher Blei“ ist. Es existirt zwar unmittelbar bei Rosegg ein Bleibergbau auf der Rudnikalpe. Da jedoch dieses Blei mehr von Ag, Sb und As verunreinigt ist als das Bleiberger Blei, welches sich durch völlige Reinheit an diesen Substanzen auszeichnet, so wird durch eine Analyse eines Figurenbruchstückes der beste Beweis zu liefern sein. Es könnte auch Raibler Blei sein, denn bei Raibl, und zwar bei Kaltwasser unweit Raibl wurden Steinhämmer gefunden, die hier im Museum sind, was von Bleiberg nicht bekannt ist. Aber selbst das Raibler Blei, wenn auch recht gut, erreicht bei Weitem nicht die chemische Reinheit des Bleiberger Bleies. Es ist daher vor Allem nach meiner Ansicht eine sorgfältige chemische Analyse mit den Bleifiguren vorzunehmen. Ich

werde gerne veranlassen, dass diese Analyse im Bleiberger-Probirgaden gemacht werde."

Dessgleichen schreibt Herr R. Schoglitsch, der lange in Bleiberg Grubendienst leistete und nun in Klagenfurt domizilirt, an Herrn Dir. Seeland, ddo. 15. November 1883:

„Ihrem Wunsche gemäss berichte ich Ihnen im Folgenden einige Erinnerungen über das Vorkommen von alten Brandplätzen (Saigerstätten) im Bleiberger Thale.

In den 60er Jahren habe ich mehrere Stücke reinen Weichbleies an Herr Paul Sorgo verkauft. Diese Stücke hatten ein Gewicht von 160 Pfund W. G. und bestanden aus einer zolldicken Platte von beiläufig 1 Quadratfuss, einem armdicken, leicht gekrümmten, mit zahlreichen Perlen besetzten, runden Stücke, dann aus einem unförmlichen Klumpen und einigen andern, mehr oder weniger gewichtigen Stücken verschiedenster Form. An allen diesen Stücken war keine Spur einer Bearbeitung oder einer künstlichen Herstellung zu ersehen. Die Fundstelle der Ersteren war der sogenannte Brunn-Lahner am nördlichen Abhange der Villacher Alpe, ziemlich hoch ober Bleiberg und zwar im nackten Fels, wo in einer Schichtungskluft die Bleiplatte eingegossen, respective eingebettet lag und losgesprengt werden musste; das runde Stück fand man zwischen Felsstücken, welche früher mit Erde ausgefüllte Zwischenräume haben mussten. Ich sah persönlich die Fundstelle und gewann die Überzeugung, dass dieselbe ehemals mit Erde bedeckt gewesen sein mag und dass im Laufe der Zeit Wasser und Schnee dieselbe wegschwemmten und den nackten Fels blosslegten. Die Erze, welche an diesem Platze ausgesaigert worden waren, fanden die Alten zweifellos als Rasenläufer an Ort und Stelle selbst, wie dieses noch in jüngster Zeit betriebene Schürfungen auf Bleierze beweisen dürften. Im sogenannten Kessel-Lahner, östlich vom Brunn-Lahner, fand vor einigen Jahren ein Bergarbeiter ebenfalls einen Brandplatz und sammelte dort nicht blos metallisches Blei in Form von Linsen, Schnüren, Perlen, Schwämmen u. dgl. aus der schwarzen Walderde unter Wurzeln von Bäumen, sondern er fand auch Bleierze, welche zum Ausschmelzen vorbereitet zu sein schienen. Merkwürdiger Weise traf der Mann in der Nähe der Brandstätte

Bleierze im anstehenden Fels, welche er durch ein Abtäufen untersuchte, aber nicht bauwürdig fand.

Den früher erwähnten grossen Klumpen Blei entdeckte der Bleiberger Viehhirt am sogenannten Freiwald-Boden, der tiefsten Einsenkung des Bleiberger Erzberges. Die Stelle war im Umkreise von wenigstens 2 Klaftern aus blassrothem, gebranntem Thon oder Lehm hergerichtet worden und durch einen Sprung in der Bettung schien dieser Klumpen sich gebildet zu haben; in den feinen Rissen waren moosartige Gebilde von Blei zu finden. Übrigens war die ganze Bettung zerstört und mit Erde überdeckt gefunden worden.

Weitere Brandplätze, theils mit, theils ohne Auskleidung von Lehm fand man theils am Erzberge, theils in der Thalsohle in grösserem oder kleinerem Umfange, welche als Ausbeute Blei, Bleikrätze und mitunter zusammengebackene Bleierze ergaben. Ob auf einem solchen Brandplatze jemals Werkzeuge, Hausgeräthe u. dgl. gefunden wurden, ist mir unbekannt und ich habe auch niemals von solchen Funden gehört, obgleich mich derlei Vorkommnisse stets lebhaft interessirten, so dass ich alle diese Brandplätze, so weit sie mir bekannt waren, persönlich besichtigte und untersuchte."

Die quantitative Analyse eines Stückchens Blei von einem der bleiernen Reiter aus den Tumuli von Rosegg wurde auf Veranlassung Director Seeland's von dem Probirer Herrn Thomas Sontinger in Bleiberg-Kreuth im November 1883 aufs sorgfältigste ausgeführt und ergab folgendes Resultat:

Blei	=	99·739 %	99·807
Eisen	=	0·041 „	
Zink	=	0·027 „	

Arsen starke Spur, im Schwefelammonium-Auszug noch Zutropfen von Salzsäure bemerkbar. Das Ausgeschlossensein von Antimon und Zinn wurde sofort nach dem Auflösen des Metalles in verdünnter Salpetersäure beobachtet. Nach dem Abdampfen der Säure konnte das auskrystallisirte salpetersaure Bleioxyd mit reinem Wasser zu einer vollkommen klaren Flüssigkeit gelöst werden und am Boden des Gefässes war von einem unlöslichen Rückstand nichts zu bemerken. Die Untersuchung auf Silber und Kupfer blieb ohne Resultat.

Dazu schreibt Herr Bergdirector Makuc aus Bleiberg:

„Aus der Untersuchung ergibt sich, dass das Blei zu den feinsten Bleisorten gehört und unserem besten Jungfernblei auf ein Haar entspricht. Offenbar musste auch das erste Blei überhaupt nur Jungfernblei sein; ja wahrscheinlich haben die Kelten, vielleicht auch die Römer nur solches erzeugt.

Die Annahme des Ursprungs von Raibl ist nach unserer Kenntniss des Raibler Bleies ausgeschlossen, Bezüglich „Rudnikalpe" können wir kein Urtheil fällen, da uns von dort nie ein Blei zur Untersuchung vorgelegt wurde. (Der Bergbau ist eingestellt.) Offenbar müsste dort, wenn man das Blei der Röste von der Pressperiode trennte, ein gleichreines Blei resultiren.

Ich füge schliesslich noch einige interessante Mittheilungen hier bei, welche mir Herr Dr. Val. Pogatschnigg, Amtsrath und Kanzleidirector des Stadtrathes zu Wiener-Neustadt, ein geborner Kärntner, aus Veranlassung meines Vortrages über die Fröger Funde in der anthropologischen Gesellschaft gemacht hat. Herr Dr. V. Pogatschnigg schreibt mir ddo. 18. November 1883:

„Der letzte Vortrag, den Sie in der anthropologischen Gesellschaft zu Wien gehalten und von dem die Journale magere Auszüge gebracht, gibt mir Veranlassung zu diesen Zeilen.

Aus den Zeitungsberichten ist nicht zu entnehmen, ob der Vortragende bei der Erörterung der Fröger Funde die Umgebung und Lage des Fundortes näher hezeichnet hat und auch der geschichtlichen Rolle gedachte, welche dieser sonst etwas weltfern gelegene Winkel meiner lieben Heimat besessen hat. In dieser Voraussetzung, dass Sie sich lediglich auf eine Beschreibung und Bestimmung des Gefundenen beschränkt hätten, sende ich Ihnen hier einige Notizen, welche Sie vielleicht bei der seinerzeitigen Publication dieses Ihres Vortrages verwenden können.

Das Terrain der nördlichen Ausläufer und Vorberge des Mittagskogels ist zweifellos uraltes Bergbaugebiet. Dafür sprechen verschiedene Thatsachen und sonstige Anhaltspunkte.

1. Die Orts- und Flussnamen: Nehmen Sie die Generalstabskarte her, so werden Sie auf dem betreffenden Blatte, welches die Umgebung von Rosegg darstellt, folgende auf Bergbau bezügliche Namen antreffen: einen Bleiberg östlich von Petschnizen,

zwischen dem Tabor und dem Hühnerkogel (Petelin Kum), dann einen Berg Rudnik (ruda slov. Erz), eine Gegend auf dem Wege von Latschach nach Rosegg, zwischen dem Bleiberg und Hum, welche in der Frein genannt wird, ein in Bergbaugebieten sehr häufiger Flurname. Vielleicht ist auch Vinca bei Latschach zu beachten. Ich kenne weder die urkundlichen Formen noch die dialectliche Gestalt dieses Namens, um auf der Basis solcher Anhaltspunkte mit Sicherheit eine Erklärung jenes Namens geben zu können. Ich will mir nur erlauben auf eine Möglichkeit hinzuweisen, dass jener Name mit dem Bergbau auf Blei (slov. svinc) im Zusammenhang stehe; es ist ebenso gut möglich, dass er ähnlich wie vinica, vinarje, Weinberg, Weinzierl bedeute. Der Abfall des s vor dem v steht nicht ohne Analogie in den kärntnerisch-slovenischen Ortsnamen da; er erscheint z. B. auch in Achomitz, das slovenisch zahomec, in Ragain, das slovenisch Drageina, in Radsberg, das slovenisch gradise lautet.

2. Die topische Gestalt und Beschaffenheit des Terrains, sowie auch das Vorkommen von Blei in den Vorbergen des Mittagskogels bis zur Drau herab. Ich habe als Student wiederholt mich in Rosegg aufgehalten und das erwähnte Gebiet nach verschiedenen Richtungen durchstreift. Man stösst da öfter auf Schutthalden, auf alte Wege, auf Löcher in den Felsen, so namentlich nordöstlich und nördlich von Petschnizen. Manchen bleihältigen Stein hob ich da auf.

3. Die zu Rosegg und Gottesthal gefundenen „Römersteine", deren einer entschieden nicht römische Namen eingemeiselt hat. Über diese Steine können Sie in Jabornegg's: Kärntens römische Alterthümer: Klagenfurt 1873, näheres nachlesen.

4. Das Alter der Kirchen und die Patrone derselben. Rosegg hiess nur einfach die „Pfarre", eine sagenhafte Bezeichnung, die bei Kirchen vorzukommen pflegt, welche ihrem Alter nach hoch hinaufreichen, und die ersten der Gegend gewesen sind (z. B. St. Daniel im Gailthal heisst auch so). Kirchen in mittelalterlichen Bergbauorten führen St. Nicolaus, St. Leonhard, St. Oswald, St. Martin, St. Barbara, St. Lambrecht zu ihren Schutzheiligen; auch der grosse Christof kommt öfter vor. St. Martin heisst auch eine alte Filiale von Rosegg, die mitten in jenem Gebiete liegt, wo sich Bleiberg, Rudnik und Tabor befinden. St. Nikolaus

erscheint wieder zu St. Nikolaus a. d. Drau bei Gottesthal. St. Christof ist der Patron der alten hölzernen Wallfahrtskirche am Hum (Kum, Petelin, Kum-Hühnerkogel) südlich von Rosegg, östlich von Latschach.

5. Alte Schlösser und Edelsitze um Rosegg. Das Schloss Altrosegg (bei Valvassor Altenras) liegt gerade ob der Ortschaft Frög. Valvassor erwähnt auch eines alten Schlosses Trostenheim —seine Reste befinden sich zu St. Martin ob Rosegg, jener früher erwähnten alten Filiale von Rosegg, gegen den Bleiberg zu; — und eines alten Schlosses Frögerthurn, das das Stammhaus der Fröger gewesen sein soll. Die Lage dieses Punktes kann ich von hier aus nicht bestimmen. Man muss in Rosegg selbst Nachfrage und Nachschau halten; in dessen Nähe findet man an verschiedenen Höhenpunkten neben alten Wegen Reste verfallener Gebäude älterer Zeit. Ob diese Fröger von Frögerthurn nicht ein altes Bergwerksgeschlecht gewesen sind?

6. Fast durchwegs habe ich in Kärnten endlich an Stätten ehemaliger vorrömischer und römischer Ansiedlungen zwei Sagen angetroffen, die von den Wälschen (in Tirol und Schweiz, Vorarlberg und Baiern „Venediger", „Venediger Manndl" genannt) und jene von den „hadischen" oder „weissen" oder „haligen Frauen", welche in den slovenischen Gebieten žalek (želek) žene, divje žene, ajdovkse deklice, bele žene heissen. Beide Sagengruppen kommen auch in diesem Gebiete vor. Die Wälschensage knüpft sich an Latschach und die nördlichen Hänge der Jepzaalpe (Mittagskogel), jene von den žalek žene fand ich zu Pulpitsch bei St. Ilgen, Rosegg zu Petschnitzen, zu Gottesthal.

Es würde mich freuen, wenn Ihnen diese Mittheilungen brauchbar erschienen. Jedenfalls glaube ich, würde es sich lohnen, an der Hand dieser Notizen weitere Nachforschungen an Ort und Stelle vorzunehmen. Sollten Sie weitere Auskünfte wünschen, so stehen Ihnen meine Sammlungen „über Sagen von Kärnthen" zu Gebote."

In einem zweiten Schreiben vom 22. November 1883 sagt Herr Dr. V. Pogatschnigg:

„Ich freue mich, dass meine Mittheilungen Ihr Interesse gefunden haben. Ich füge desshalb denselben heute noch folgendes bei:

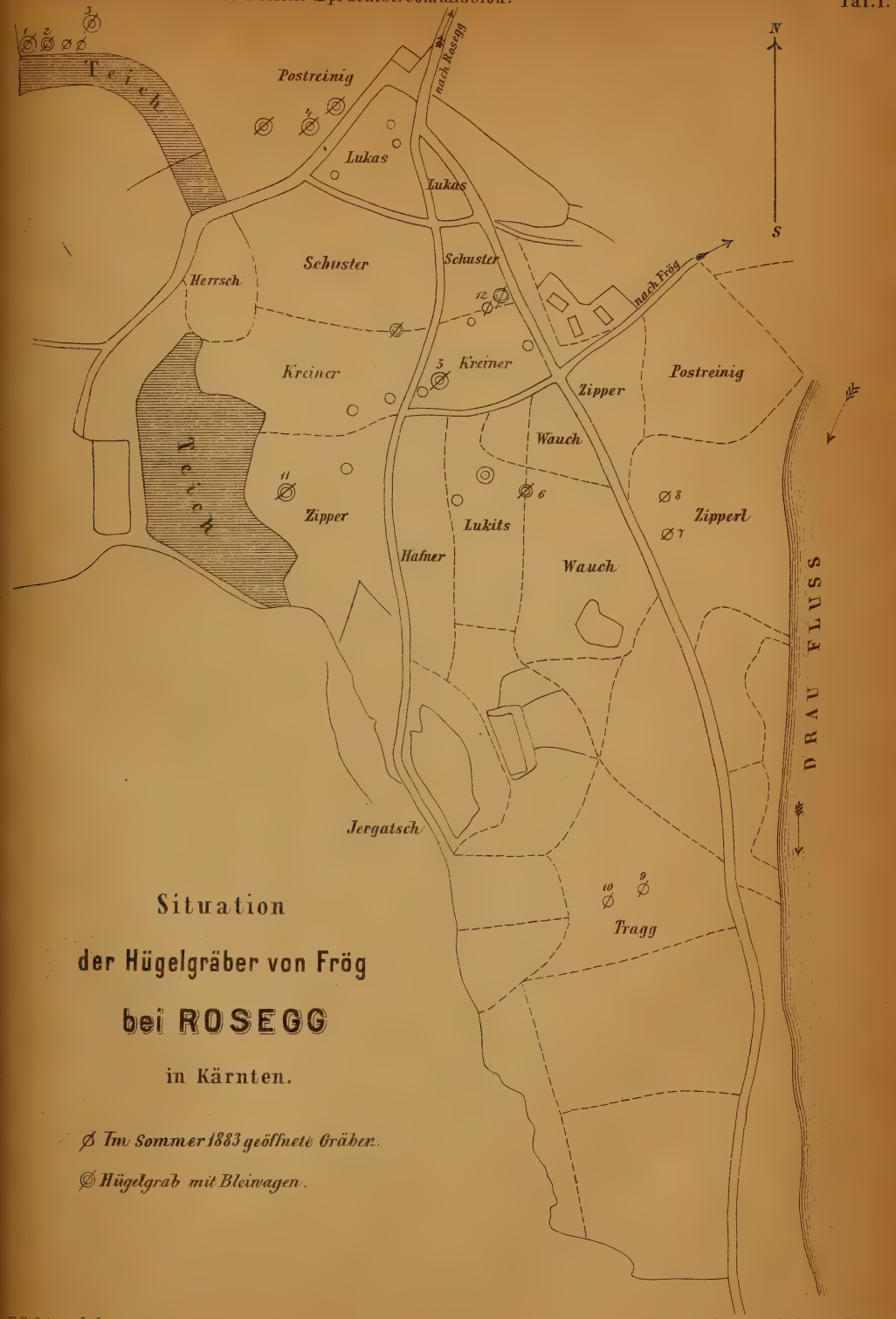
1. Um Villach herum finden sich an mehreren Punkten alte Begräbnissplätze; einer bei Judendorf (Selpeitschhube) ein anderer ob dem Warmbade, die sogenannten „hadischen Gräber", an einem alten Wege nach Föderaun gelegen, unter den Höhlen an dem östlichen Auslaufe der Villacher Alpe, die seinerzeit Dr. v. Luschan durchforscht hatte, ferner auf der Höhe von St. Canzian bei Mallestig zwischen Latschach und Föderaun.

2. Nach Ankershofen, Jabornegg, Mommsen, Polaschek von Nordwall (Römerstudien eines alten Soldaten) ist es zweifellos, dass ob Villach, zwischen Föderaun und St. Martin die römisch keltische Ansiedlung Sianticum gestanden ist.

3. Rings um Villach herum wurde im Mittelalter Bergbau auf Eisen, Silber, Blei getrieben. Nachgewiesen ist der alte Bergbau am Dobratsch; derselbe ging von unten, ob Warmbad und Judendorf nach und nach höher aufwärts, bis er nach Bleiberg gelangte. Ein anderes Bergbaugebiet befindet sich zwischen Kumig und Gummern und umfasst den Oswaldsberg und Wolernig; hier ward auf Blei und Silber gebaut. Sagen und alte Inschriften erwähnen davon. Auch sind Schutthalden und alte Gruben dort vorhanden. Über die Geschichte der älteren Bergbaue um Villach kann Sie Bergrath Ployer's Fragmente zu einer mineralogischen Geschichte Kärnthens, Laibach 1768, näher unterrichten.

Es ist auffallend, dass die alten Bergbaue meist im Thale unten beginnen, und erst nach und nach in grössere Höhen emporsteigen, eine Thatsache, die sich bezüglich der Bergbaue an der Villacher Alpe nachweisen lässt, und wahrscheinlich auch von den Bergbauen ob Rosegg angenommen werden darf.

Bei der Continuität wirthschaftsgeschichtlicher Entwicklung lässt sich ferner annehmen, dass das Mittelalter an römische und diese an ältere keltische Bergbaue angeknüpft haben. Die Auflassung begonnener Baue tritt nur entweder bei Erschöpfung der Gruben, bei zu beträchtlicher Steigerung der Arbeitslöhne (selten vorkommender Umstand) oder bei Verhältnissen ein, in Folge welcher das gewonnene Product eine Entwerthung erfährt. Die alten Grundherrschaften des Mittelalters (Bisthümer,



Situation
der Hügelgräber von Frög
bei ROSEGG
in Kärnten.

Ø *Im Sommer 1883 geöffnete Gräben.*

Ø *Hügelgrab mit Bleiwagen.*

F. Schima lith. Druck v. J. Wagner Wien.

Klöster, Adelsgeschlechter) trieben in Kärnten mit Vorliebe Bergbau an Stellen, wo schon zu Römerzeiten solcher bestanden hat. Für die römische und vorrömische Zeit fiel mir auf, dass die in Kärnten vielfach vorkommenden „hadischen Gräber“ „hadischen Freithöfe“, z. B. im Maltathale, im Liserthale, im Drauthale regelmässig sich in der Nähe älterer aufgelassener Bergbaue finden. Man hat diese Stellen leider noch niemals ordentlich untersucht.

4. Das Blei heisst im Slavischen svinec, svinc, svincen und das vinza bei Latschach liesse sich ohne Zwang durch Apocopirung des s auf dieses Wort zurückführen. Auch stehen noch heute gerade im Osten von Latschach alte Hammerwerke. Ruda heisst im altslov. metallum, dann minera und aes. In Kärnten kommt Rudnik als Orts- und Flurname überall in ältern Bergbaugebieten vor, auf dem Lurnfelde bei Spital, ferner bei Hermagor etc. Ruden heisst eine Ortschaft bei Eis, das früher aruri = Erz genannt worden bei Lavamünd, wo die Äbte von St. Paul bauten.“

Ich hoffe, dass die Fortsetzung der Ausgrabungen bei Rosegg noch viele neue wichtige Resultate ergeben wird.

6. Die Hügelgräber von Rovišče in der Pfarre Bründl (Studenc) im Gerichtsbezirke Gurkfeld in Unterkrain.

Von **Carl Deschmann.**

(Mit 1 Tafel und 3 Holzschnitten im Text.)

In dem Unterkrainer Gebirgsland zwischen dem Laufe der Save von Steinbrück abwärts und der im Süden desselben gelegenen Gurkebene, in welche die Save bei Gurkfeld eintritt, waren seit dem Jahre 1879 einige Begräbnissstätten aus der Hallstätter Periode bekannt geworden, nämlich an den dem Savethal zugekehrten nördlichen Abhängen die Grabhügel bei Zagnenza im Sapotagraben bei Ratschach, dann die Gomilen bei Untererkenstein (slovenisch Gomila) zwischen Ratschach und Savenstein, über welche beide Localitäten Herr Forstmeister Moriz Scheyer bei der Anthropologen-Versammlung in Laibach am 29. Juli 1879 ausführlichen Bericht erstattet hat[1], während am südlichen Gehänge die vom krainischen Landesmuseum und von der prähistorischen Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften aufgedeckten Tumuli bei St. Margarethen und Weisskirchen ein sehr reichhaltiges, höchst interessantes prähistorisches Materiale aus jener Periode geliefert hatten.

Es war wohl zu vermuthen, dass das zwischen diesen Fundstätten gelegene, zum Theil schon dem unterkrainischen Weinlande angehörige, dermalen gut besiedelte Gebirgsterrain bereits in der vorgeschichtlichen Zeit bewohnt gewesen sei und dass die noch unbekannten Gräberstätten jener Bevölkerung noch ihrer Entdeckung entgegensehen.

Diese Vermuthung hat im Sommer des Jahres 1883 ihre volle Bestätigung erhalten, indem bisher nicht bekannte Gräberstätten auf den Gebirgshöhen des Gurkfelder Gerichtsbezirkes

---

[1] Siehe Separatabdruck des Berichtes über die Versammlung österreichischer Anthropologen und Urgeschichtsforscher am 28. und 29. Juli 1879 in Laibach aus den Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien. 1880, S. 12 u. S. 76 u. s. w.

entdeckt wurden, bei deren Aufdeckung das in den Sammlungen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien und des krainischen Landesmuseums in Laibach aufbewahrte Inventar der Bewohner Krains während der jüngeren Bronzezeit eine neue Bereicherung erfahren hat. Es kam nämlich dem Landesmuseum Anfangs August 1883 durch einen Grundbesitzer aus jener Gegend die Nachricht zu, dass in der Nähe der zur Pfarre Bründl gehörigen Ortschaft Ossredek mehrere Gomilen oder Heidengräber vorkommen, wo die Bauern Nachgrabungen vorgenommen und schwarze, mit freier Hand gearbeitete Thonscherben zu Tage gefördert hatten, von denen mehrere Proben der betreffenden Anzeige beilagen.

Ich unternahm daher mit Präparator Ferdinand Schulz am 7. August dahin eine Recognoscirung von Laibach aus. Um am schnellsten zu dem angedeuteten Orte zu gelangen, fährt man von Steinbrück weiter auf der kroatischen Bahn bis zur untersteierischen Station Lichtenwald, wo man, die dortige Savebrücke überschreitend, in der nicht weit davon entfernten krainischen Ortschaft Radna nächst dem Schlosse Ruckenstein die nach Gurkfeld führende Munkendorfer Bezirksstrasse verlässt und den ins Gebirge führenden Fusssteig einschlägt, auf dem man an der Ortschaft Lukouk vorüber einen Gebirgssattel passirt und dann durch die vom Impolzabache und dessen Seitenzuflüssen bewässerten Thalwiesen den Pfad nach Süden verfolgend, sohin nach rechts abbiegend, einen von Ost nach West streichenden Bergrücken hinansteigt, an dessen Südseite die nur aus ein Paar Weilern bestehende Ortschaft Ossredek gelegen ist. Von dieser Anhöhe geniesst man eine hübsche Aussicht auf das nächste Weingebirge Krische (Križe) und weiterhin gegen St. Canzian, St. Margarethen, die Rudolfswerther Gegend und auf das ober dem ausgedehnten St. Bartholomäer Felde im langen Zuge sich erhebende krainisch-kroatische Grenzgebirge der Uskoken. Gleich ober der Ortschaft Ossredek, knapp an dem nach dem nächsten Dorfe Hubajuza führenden Gemeindewege liegen etliche achtzehn Tumuli im lichten Eichengehölze, Raguža genannt, einer Waldparzelle des nunmehr zu Savenstein incorporirten Gutes Neustein. Einige dieser Tumuli waren bereits von den Bauern zum Theil abge-

graben worden, um ob Mangel an Sand daselbst Erde für den Mörtel zu gewinnen.

Zur Einziehung weiterer Erkundigungen wurde der Gemeindeweg nach dem eine Viertelstunde von da entfernten Dorfe Hubajuza verfolgt; links von diesem fiel uns auf der Gemeindehutweide Zaključih ein ziemlich grosser, ebenfalls nicht mehr intacter Tumulus auf, desgleichen steht rechts am Wege von den Feldern der Ortschaft eine bedeutende Gomila, auf der vor einigen Jahren ein Weingarten angelegt worden war, auch mehrere gupfartige Terrainerhöhungen in dem Ackergrunde Lopata lassen sich unschwer als Gomile erkennen. In Hubajuza erfuhren wir, dass weiter nördlich in der Ortschaft Rogaschiza mit der weithin sichtbaren Kirche des heil. Primus heidnische Grabhügel ebenfalls nicht selten seien.

Da man uns jedoch über daselbst gemachte Funde nichts anzugeben wusste, kehrten wir nach Ossredek zurück, um den höchsten Punkt (392 Met.) im nahen Weingebirge Križe, der den vielversprechenden Namen Gomila trägt, in Augenschein zu nehmen. Jedoch versicherten uns die nächsten Umwohner in Prevolje, dass man daselbst niemals auf Spuren von Heidengräbern gestossen sei, wohl aber befänden sich Andeutungen uralter Gräber an dem Waldabhange gegen Savratez, an einem derselben hätten ländliche Schatzgräber erst vor Kurzem ihr Glück versucht; wir sahen die bei Seite geworfenen Urnenscherben und es schien uns wahrscheinlich, dass noch andere auffallende Terrainwellen an jenem Abhange ebenfalls von alten im Laufe der Zeit ziemlich abgeschwemmten Hügelgräbern herrühren dürften.

Die bei der Landbevölkerung eingezogenen weiteren Erkundigungen lauteten einstimmig dahin, dass in der gegen Osten gelegenen Ortschaft Rowische (Rovišče), deren slavischer Name eine Verschanzung bedeutet, in heidnischer Zeit eine bedeutende Ansiedelung bestanden habe, was aus den gleich hinter dem Dorfe in grosser Anzahl vorhandenen Tumulis zu ersehen sei, wo schon öfters Funde gemacht worden sind. Es wurde daher auch diese Ortschaft in Augenschein genommen. Dieselbe zählt 43 Häuser und 182 Einwohner, ihre Lage ist an der südlichen Abdachung des von den Anhöhen des Pfarrortes Bründl

abfallenden Gebirges; unter dem Dorfe beginnen die Weingärten, ober ihm wechseln Felder mit Hutweidenterrain, welches gegen Nord in Waldland übergeht. Durch die Ortschaft führt die Bründl-Archer Bezirksstrasse, welche von der Munkendorfer Bezirksstrasse im Savethale bei Schloss Neustein gegen Süd abzweigend in dem Pfarrorte Bründl ihren höchsten Punkt erreicht.

In Rowische findet man keine entsprechende Unterkunft; falls man sich daher dort durch längere Zeit mit Ausgrabungen beschäftigen will, ist es am angezeigtesten, in dem eine Stunde entfernten Unter-Radule, wo das nächste Wirthshaus mit passablem Nachtlager sich befindet, das Standquartier zu nehmen.

In hohem Grade überraschend ist die grosse Anzahl der dicht nebeneinander stehenden Tumuli. Gleich hinter der Ortschaft aufwärts in dem Zwickel, welchen der östlich nach Breje abzweigende Gemeindeweg mit der von Bründl kommenden Bezirksstrasse bildet. Es sind ihrer etliche dreissig, sie stehen gleich riesigen Maulwurfshügeln nebeneinander, alle sind mit Haselgesträuch dicht bewachsen, wodurch der Übersicht der ganzen Nekropole Eintrag geschieht. Zwischen den Hügeln schlängelt sich der von dem auf der Hutweide weidenden Vieh ausgetretene Pfad mit den Nebenverzweigungen. Die Höhe der meisten Tumuli beträgt 2—3 Meter, ihr Durchmesser an der Basis etliche 20 Schritte. Der nächste knapp am Gemeindewege gelegene Hügel war von den Dorfbewohnern zur Gewinnung von Erde schon halb abgetragen worden; man hatte daselbst Kohlenreste, Urnenfragmente, Bernstein- und Glasperlen, eiserne Lanzenspitzen und Bronzeringe aufgefunden; es gelang mir im Dorfe noch ein Paar Fragmente der letzteren aufzutreiben; nach allem was man zu hören bekam, lagen die einzelnen Fundstücke in der Gomila unregelmässig zerstreut, wie dies auch bei den Heidengräbern in St. Margarethen der Fall ist.

Da nach den bisher in Krain gewonnenen Erfahrungen in der Regel in der Nähe alter Begräbnissstätten auch befestigte mit Erdwällen versehene Plätze, die sogenannten Gradische, anzutreffen sind, so wurde weiter nachgeforscht, ob derartige Verschanzungen auch in der Umgebung von Rowische, namentlich auf erhöhten Punkten anzutreffen seien. Man bezeichnete uns

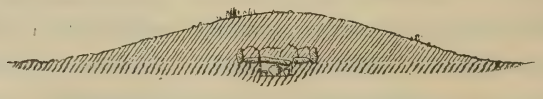
als eine solche Localität das weiter aufwärts in der Nähe von Bründl knapp ober der Bezirksstrasse gelegene Waldplateau; es führt im Munde des Volkes den Namen Figrišče (Spielplatz), wahrscheinlich weil es den Hirten als Tummelplatz bei ihren Spielen dient, oder auch Tičenca (Vogeltenne) wegen seiner günstigen Lage für den Vogelfang. Die Umwallung des ebenen Platzes, aus aufgeworfener Erde bestehend, beträgt 500 Schritte; in der neuen Generalstabskarte ist dieses Plateau sehr gut ersichtlich gemacht.

Sonach hatte der vorgenommene Localaugenschein vielversprechende Plätze für länger andauernde Ausgrabungen constatirt und wurde Schulz mit den betreffenden Arbeiten betraut, zunächst in der Waldparcelle Raguža ober Ossredek, dann an den Tumulis bei Rowische. Für die letzteren, auf Gemeindegrund gelegenen, war uns eine mässige Ablösung zugesichert worden, für die ersteren suchten wir im schriftlichen Wege die Gestattung der Gutinhabung von Savenstein an.

Präparator Schulz arbeitete in Ossredek durch drei Tage. Im ersten zur Hälfte abgetragenen Hügel kamen zerstreut Kohlen und Thonscherben vor.

Im zweiten Hügel (Fig. 1) von 1·6 Met. Höhe und 20 Schritten Durchmesser, lag am Rande einen Meter tief eine zerbrochene Urne, in der Mitte des Hügels befand sich auf dem natürlichen Erdreich eine mit verticalen Steinplatten umstellte, viereckige, offene Steinkiste, deren Boden ebenfalls mit Platten bedeckt war; weder von Knochen, noch von Kohlen war daselbst eine Spur bemerkbar, wohl aber zeigte sich unter der mittleren eingesunkenen

Fig. 1.



1 : 250.

Bodenplatte eine Aushöhlung, in welche eine grosse Urne mit Leichenbrand, nebst zwei kleineren Gefässen hinterlegt worden waren, im ausgehobenen Leichenbrand wurde eine kleine bronzene Haarnadel nebst Fragmenten kleiner Bronzeringe aufgefunden. Diese drei Gefässe waren durch den Druck der Steinplatte ganz zertrümmert worden, jedoch gelang es später Schulz die grosse Urne (Fig. 6 Taf. I.) vollkommen zu restauriren.

Ihre Dimensionen sind folgende:

Grösste Höhe 30·5 Cm.

Grösste Breite 39·5 Cm.

Höhe der grössten Ausweitung über dem Boden 21 Cm.

Breite des Bodens 12·5 Cm.

Weite der Mündung 20·5 Cm.

Das mit Graphit angestrichene Gefäss hat am oberen Rande eine sehr sauber gearbeitete Hohlkehle, im oberen Viertel seiner Ausbauchung wiederholt sich am ganzen Umfange fünfmal ein schön decorirendes Winkelornament, bestehend aus zwei eingedrückten mit einer Mittelleiste versehenen schief geneigten, oben zusammenstossenden Schenkeln, deren unteres Ende nach aussen hirtenstabähnlich gekrümmt ist, unter jedem Winkel befindet sich ein nabelförmiger, kreisrunder Eindruck, jedes Paar dieser Winkelstäbe ist von den beiden nächsten durch eine verticale Reihe kleiner Knöpfe getrennt. Dieses Gefäss steht in seinem Charakter zunächst den in den Vorjahren in St. Margarethen, namentlich im grossen Tumulus bei Grič nächst Klingenfels, ausgegrabenen Urnen, an denen ebenfalls hahnenkammartige, vertical gestellte Ansätze an der Ausbauchung öfters vorkamen.

Der dritte Tumulus bei Ossredek enthielt nur eine Urne und neben ihr eine Schale, beide zerbrochen, ohne alle Beigaben.

Als man daselbst mit der Aufdeckung des vierten Grabhügels begann, mussten die Arbeiten in Folge erhobener Einsprache der Gutsverwaltung von Savenstein eingestellt werden und konnte auch später eine halbwegs entsprechende Vereinbarung wegen Fortsetzung der Ausgrabungen nicht erzielt werden.

Es blieb uns daher in dieser Gegend nur mehr die gänzliche Abtragung des oberwähnten Tumulus auf der Hutweide von Zaključih übrig. Die Höhe dieses Grabhügels betrug 2·2 Meter sein Durchmesser 20 Schritte. Es lagen darin zerstreut mehrere ganz zerdrückte Urnen, darunter eine rothe, die meisten waren ornamentirt. Es war jedoch nicht möglich, etwas zur Restaurirung Brauchbares zu gewinnen. Von den zerstreut gelegenen Beigaben sind nur eiserne Lanzenspitzen, die ebenfalls sehr schlecht erhalten waren, zu erwähnen.

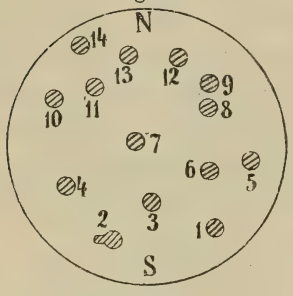
Die weiteren zur Verfügung gestandenen Geldmittel wurden auf die Ausgrabungen bei Rowische verwendet; diese nahmen

die Zeit vom 23. August bis 19. September in Anspruch. Für das krainische Landesmuseum wurden sechs Tumuli ganz abgetragen. Ihre Dimensionen waren folgende:

Nr.	1.	Durchmesser	23	Schritte,	Höhe	3·0	Meter,
„	2.	„	14	„	„	1·8	„
„	3.	„	20	„	„	2·5	„
„	4.	„	25	„	„	2·2	„
„	5.	„	20	„	„	2·1	„
„	7.	„	32	„	„	3·4	„

Das zuerst ausgegrabene Hügelgrab war an Funden das ergiebigste (Fig. 2.). An seinem unteren östlichen Rande lag in 1·3 M. Tiefe ein menschlicher Armknochen (1), 3 M. links davon entfernt eine ganze Leiche (2), den Kopf in Ost, die Füsse in West, auf der rechten Hand befand sich ein Fingerring, auf der Brust eine zerbrochene Fibel, bei den Füssen lag eine zerdrückte Urne und eine Schale. Am folgenden Tage fand man in 1·4 M. Tiefe die lohnendste Partie von Beigaben (3), etliche Hunderte von Glas- und Bernsteinperlen, vier Arm- und vier grosse Fussringe aus Bronze, ein hohles Bronzeröhrchen mit kreisrunden Scheibchen am Ende und in der Mitte, woran dreieckige Plättchen an kurzen Kettchen hängen, zwei kleine Fibeln, drei Spinnwirtel aus Thon, zwei eiserne Lanzenspitzen, ein schlecht erhaltenes Messerchen aus Eisen und ein kleines Töpfchen. Bezüglich einzelner dieser Stücke ist folgendes zu bemerken. Die grösseren Bernsteinperlen sind im durchbohrten Loche zum Durchziehen der Schnur mit einer bronzenen Dülle ausgefüttert, was bisher an Schmuckgegenständen dieser Art in Krain noch nicht vorgekommen ist. Die soliden Arm- und Fussringe sind prachtvoll patinirt. Von den Fussringen sind zwei hohl aus dünnem Blech gehämmert, mit verticaler Rippung und mit noch vorhandenem stark vermorschtem hölzernem Kern aus Lindenholz. Längsdurchmesser eines derselben 14·5 Cm., Querdurchmesser 12·5 Cm., Umfang des Ringkörpers 7 Cm. Nur

Fig. 2.



1 : 500.

eines dieser beiden Stücke liess sich ganz gut restauriren. Bisher waren derartige hohle Blechringe im Laibacher Museum in guten Exemplaren nicht vertreten, obschon deren Watsch ein Paar geliefert hatte, die jedoch beim Ausheben ganz zerfielen. Eine der beiden Fibeln trägt am Bügel eine Ente, vor welcher auf der Nuthe ein kleines Entchen angebracht ist (Fig. 3, Taf. I). Westlich von dieser Stelle lag in 1·2 M. Tiefe (4) ein hohler Bronzeblechcylinder, ähnlich dem vorigen mit zwei kreisrunden Scheibchen und einem eisernen Kelt, am östlichen Rand (5) in 1·0 M. Tiefe eine ganz zerdrückte Schale, unweit davon (6) 1·6 M. tief, zwei schön patinirte grosse Fussringe, in der Mitte des Tumulus (7) Bernsteinperlen 1·3 M. tief, im nördlichen Theil (8) eine kleine gut erhaltene Fibel 0·5 M. tief, bei (9) zwei ganz zertrümmerte Urnen 1·6 M. tief, bei (10) eine schlecht erhaltene kleine Fibel 0·5 M. tief, bei (11) zwei schöne Fussringe 1·2 M. tief, bei (12) zwei kleine Fibeln, zwei Fussringe und zwei Armringe, daneben einzelne Menschenknochen und Bernsteinperlen, bei (13) zwei hohle Ringe aus Bronzeguss, zwei ziemlich gut erhaltene Fibeln, mehrere Bernsteinperlen, bei (14) zwei verschieden ornamentirte Armringe, einer derselben an einem Ende mit Hasenkopf, am anderen mit Widderkopf, eine schlecht erhaltene kleine Bronzeschale aus sehr dünnem Blech, zwei zertrümmerte Urnen und zwei bronzene dreikantige Pfeilspitzen in 3·1 M. Tiefe.

Die übrigen fünf für das Landesmuseum abgegrabenen Hügel boten nur eine spärliche Ausbeute, die Urnen sind meist für die Restaurirung unbrauchbar, die meist kahnförmigen kleinen Fibeln waren fast ganz zerfallen, auch kamen einzelne eiserne Gürtelbleche vor, sonst nichts Bemerkenswerthes.

Von einem Bauer wurde ein in dem schon früher zur Hälfte abgetragenen Tumulus Nr. 4 gefundener Bronzekelt, ohne alle Verzierung 11 Cm. lang, erhandelt. Dieses Fundstück ist deshalb von Wichtigkeit, weil bisher in den krainischen Tumulis fast ausschliesslich nur eiserne Waffen vorgekommen sind und die Bronzewaffen zu den grössten Seltenheiten gehören. Man kennt bisher nur eine Bronzelanze und einen Bronzekelt aus Watsch, erstere im Besitze des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, letztere in jenem des Ernest Fürst Windischgrätz, ferner zwei bronzene Palstäbe aus St. Margarethen, wovon einer schon bei der

Bestattung im zerbrochenen Zustande beigelegt worden war, beide sind im Besitze des Landesmuseums in Laibach.

Zum Schlusse der Ausgrabungen in Rowische, welche wegen des zähen stark verhärteten Erdreichs sehr zeitraubend waren, wurde auch eine im Waldterrain gegen Bründl gelegene Grotte, in welcher der Sage nach ein Heidenmädchen gewohnt haben soll, daher sie Aydovska peč (der Heidenfels) heisst, genauer durchsucht und an mehreren Stellen daselbst nachgegraben, ohne dass irgend welche prähistorischen Reste darin constatirt werden konnten.

Anhang.

Von **Ferdinand v. Hochstetter.**

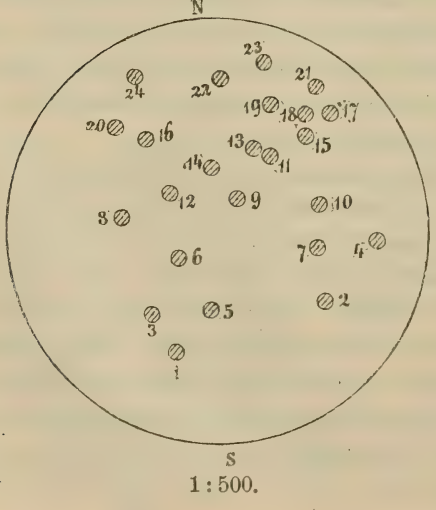
Im Anschlusse an die für das Landesmuseum in Laibach durchgeführten Ausgrabungen öffnete Präparator Schulz in der Umgebung von Bründl noch drei Tumuli im Auftrage der prähistorischen Commission der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akademie der Wissenschaften.

Zwei dieser Tumuli lagen in der Gruppe bei Rowische. Ihre Dimensionen waren folgende:

Tum. Nr. 6. Durchmesser 37 Schritte, Höhe 2·7 M.,
„ „ 8. „ 26 „ „ 3·2 M.

Der dritte Tumulus lag in dem Buchenwalde des Josef Kral in Brezau. Seine Dimensionen waren folgende:

Fig. 3.



Tumulus Nr. 9. Durchmesser 28 Schritte, Höhe 2·4 M.

Der Tumul. Nr. 6 von Rowische, dessen Durchgrabung vom 3. bis 11. Sept. währte, ergab sehr zahlreiche Funde. In chronologischer Reihenfolge sind nach dem Fundberichte von Herrn Schulz folgende Funde zu verzeichnen (Siehe Fig. 3).

Am 3. September: bei (1) in einer Tiefe von 170 Cm., ein Armring aus Bronze, offen, mit rundlichen Knoten und dazwischen liegenden feinen Doppelleistchen verziert, mit 72 Mm. Durchmesser, 7 Mm. dick. Neben demselben lagen mehrere kleine Glasperlen von blauer und gelber Farbe.

Bei (2) in einer Tiefe von 205 Cm. drei conische schwarze Urnen; sie sind aus freier Hand gearbeitet, graphitirt und schwach gebrannt. Eine derselben war bis zu einem Dritttheil mit Leichenbrand gefüllt und mit einer Schale bedeckt (Fig. 7, Taf. I). Sie hat eine Höhe von 375 Mm. und einen Durchmesser von 335 Mm. Auf der schmalen conischen Partie über der grössten Breite sind 2 Streifen linearer Ornamente mittelst eines Punktirrädchens eingedrückt. Der obere Streifen enthält nur einfache schräge Striche, der untere enthält verschiedene schräg gestellte Kreuze und viermal die linksläufige Suastica. Die anderen beiden Urnen sind der vorigen in der Form und Technik vollkommen ähnlich und 365 Mm., respective 345 Mm. hoch. Sie waren leer, die eingedrückten Verzierungen auf ihrem Halstheil bilden stumpfe, nach abwärts gekehrte Winkel.

Zwischen den drei Urnen fand sich ein gekrümmtes Messerchen aus Eisen von 163 Mm. Länge und 25 Mm. Breite mit Spuren des hölzernen Griffes an der Angel und ein rechteckiger Gürtelhaken aus Eisen von 178 Mm. Länge und 59 Mm. Breite. Zur Befestigung an dem Gürtel waren an jeder Schmalseite drei Bronzenieten mit kugeligen Knöpfen angebracht. Das ganze Gürtelblech war mehrfach mit dünnem Gewebe umwickelt, von dem ansehnliche Theile in Limonit-Pseudomorphose gut erhalten sind.

5. September: bei (3) in einer Tiefe von 70 Cm. einige Glasperlen.

Bei (4) in einer Tiefe von 60 Cm. ein kleines Töpfchen von grobem Thon, aus freier Hand roh gearbeitet, schwach gebrannt, mit flachem Boden und wenig gewölbtem Obertheil. Höhe 54 Mm., Durchmesser 105 Mm.

6. September: bei (5) in einer Tiefe von 200 Cm. eine Aschenschichte von 60 Cm. Durchmesser und 8 Cm. Mächtigkeit. In derselben fanden sich neben Resten von Kohlen und gebrannten Knochen ein kleines Bronzeringelchen mit einer kleinen Schliesse und eine Bernsteinperle.

Bei (6) in einer Tiefe von 160 Cm. ein zerdrücktes kleines Töpfchen und das Fragment eines glatten Bronzeringes von 50 Mm. Durchmesser und 4 Mm. Dicke.

7. September: Bei (7) In einer Tiefe von 115 Cm. eine mit Asche und Kohlenstückchen gemischte Erdschichte von 12 Cm. Mächtigkeit, 40 Cm. lang, 23 Cm. breit. In derselben fanden sich zwei stark beschädigte Lanzenspitzen aus Eisen mit starker Mittelrippe und schmalem (ca. 35 Mm. breitem) Blatt neben einzelnen ordinären, nahezu 20 Mm. dicken zerstreuten Thonscherben.

Bei (8) in einer Tiefe von 150 Cm. zwei Certosa-Fibeln aus Bronze, mit schmalem Bügel und einer aus 2 Windungen bestehenden Nadelspirale. Die Rückseite des Fusses ist mit sechs eingedrechselten Doppelkreisen mit Mittelpunkt verziert. Beide Fibeln sind in mehreren Bruchstücken erhalten ca. 71 Mm. lang.

Bei (9) in einer Tiefe von 230 Cm. ein kleiner Schatz von folgenden Schmuckgegenständen.: *a)* Zwei Bogenfibeln mit Bügeln aus blauem Glase (Fig. 4, Taf. I). Diese Bügel sind der Länge nach von einem Canal zur Aufnahme eines in Fuss und Nadel auslaufenden dünnen Bronzestäbchens durchzogen. Sie bestehen aus einem 10 Mm. breiten Mittelstück, welches drei paar Warzen trägt und zwei 16 Mm. langen und 6 Mm. breiten cylindrischen Seitentheilen, welche mit einem Glasfaden spiralig umwickelt sind. Das ganz Glasstück ist 45 Mm. lang. Die Bronzebestandtheile fehlen. *b)* Eine dritte Glasfibel aus gelbem, durchscheinendem Glas, von ähnlicher Form wie die vorigen; die Warzen und Spiralfäden aus weissem Emailglas, in zahlreiche Fragmente zerbrochen. *c)* Nahezu 800 Bernsteinperlen nebst mehreren blauen Glasperlen. *d)* Eine Anzahl von Blattgoldflittern. *e)* Ein Hängezierat aus Bronze. Dasselbe besteht aus einem 63 Mm. langen, 4 Mm. dicken Stäbchen, an welchem ein rundes, sich in drei Arme theilendes Stück hängt. An jedem dieser Arme hingen an doppelten, aus Drahtringelchen von 10 — 12 Mm. Durchmesser bestehenden, ca. 50 Mm. langen Kettchen verschiedene Anhängsel, und zwar an jedem Kettchen zwei dreieckige Klapperbleche von 20—25 Mm. Länge, ein rundes gekerbtes Stäbchen von ca. 42 Mm. Länge und 4 Mm. Dicke und eine kleine, aus dünnem Blech genietete trommelförmige Schelle von 32 Mm. Höhe und 26 Mm. Durchmesser. — Viele Theile dieses Zierates sind

gebrochen und nur in Fragmenten erhalten. — Diese Schmuckgegenstände scheinen ebenso, wie manche Arm- und Fussringe in Leder oder in eine Thierhaut eingehüllt und zwischen zwei Brettchen oder in einer Holzschachtel beigesetzt worden zu sein.

Bei (10) in einer Tiefe von 140 Cm. eine zerdrückte Urne.

Bei (11) in einer Tiefe von 70 Cm. zwei Armringe aus Bronze mit offenen Enden, verziert mit rundlichen Knoten und damit abwechselnden feinen Doppelleistchen. Durchmesser 72 Mm., Dicke 6·5 Mm.

Bei (12) in einer Tiefe von 160 Cm.: *a)* Eine Schlangenfibel aus Bronze mit langem Fuss und rundem, zweimal geknicktem, unverziertem Bügel. Der Beginn der Nadel ist durch ein rundes Scheibchen markirt. *b)* Zwei Armringe aus Bronze, jenen von Stelle (11) ähnlich, ebenfalls 6·5 Mm. dick, mit 73 Mm. Durchmesser. *c)* Zwei Oberarmringe aus Bronze, den vorigen ähnlich, 8 Mm. dick, mit 113 Mm. Durchmesser. *d)* Zwei Lanzenspitzen aus Eisen mit Mittelrippe und ca. 42 Mm. breitem und 210 Mm. langem Blatt, stark beschädigt

Bei (13) eine Schichte mit Asche und Kohle, 4 Cm. dick, 21 Cm. lang, 19 Cm. breit. In derselben wurden weder angebrannte Knochen, noch Artefacte gefunden.

Bei (14) in einer Tiefe von 90 Cm. ein Kelt mit Schaftlappen aus Eisen, stark zersetzt, mit abgebrochener Schneide. Länge 148 Mm., Breite der Klinge 54 Mm. In einer Tiefe von 230 Cm. ein Armring aus Bronze mit offenen, etwas verschmälerten Enden, mit einfachen Kerben verziert. Durchmesser 74 Mm., Dicke 6 Mm.

10. September: bei (15) in einer Tiefe von 140 Cm. eine Lanzenspitze aus Eisen mit sehr starker Mittelrippe, 275 Mm. lang, an Dülle, Blatt und Spitze stark beschädigt.

Bei (16) in einer Tiefe von 170 Cm. zwei Lanzenspitzen aus Eisen, sehr stark beschädigt.

Bei (17) in einer Tiefe von 130 Cm. eine Certosa-Fibel aus Bronze von 78 Mm. Länge. Ihr Bügel ist dick, mit zwei aus je vier eingravirten Linien bestehenden Querbändern verziert. Die Rückseite des Fusses ist mit drei Kreisen mit Mittelpunkt verziert, das zurückgebogene Fussende bildet einen kurzen Kegel, dessen ebene Basis mit concentrischen Kreisen verziert ist.

Bei (18) in einer Tiefe von 170 Mm. Fragmente einer kahnähnlichen Fibel mit ziemlich flachem, aussen mit einem eingravirten Gitter verziertem Bügel.

Bei (19) in einer Tiefe von 200 Cm. ein Schüsselhelm aus Holzgeflecht. (Fig. 1, Taf. I). Derselbe ist in Bezug auf allgemeine Form und auf Construction den Schüsselhelmen von St. Margarethen [1] vollkommen ähnlich. Sein grösster Durchmesser beträgt 255 Mm. Der untere Rand ist verdickt und ein wenig verengt, so dass der grösste Durchmesser 3—4 Cm. über demselben liegt. Das Geflecht war mit Ausnahme der Spitze mit derbem Leder überzogen, über welchem an vielen Stellen sehr mürbe Reste einer zweiten, dünnen Lederlage zu erkennen waren. Die innere Fläche war nicht mit Leder überzogen, dagegen zeigten sich im Lehm in der Höhe des unteren Randes sowohl im Innern als auch an einzelnen Stellen ausserhalb des Randes Spuren von organischer Substanz, welche eine dünne Schichte bildeten und möglicher Weise von einem Futter herrührten. Die mit Leder nicht überzogene Spitze war mit einer gewölbten Bronzescheibe von 11·0 Cm. Durchmesser bedeckt, welche nach oben in einen 3·8 Cm. hohen, 3·0 Cm. breiten, oben zugespitzten Knopf überging, und nach unten einen vierseitigen, 1·6 Cm. langen 0·6 Cm. dicken Nietnagel mit einem runden, 1·8 Cm. breiten Nietplättchen trug. Dieser Nietnagel reichte durch das Geflecht hindurch und diente zur Befestigung der Zierplatte. Die übrige Oberfläche war ganz mit Bronzenägeln mit 0·7 Cm. breiten halbkugeligen Köpfen bedeckt, zwischen welchen in der halben Höhe des Helmes vier oder sechs grössere Nägel angebracht waren, deren Kopf aus einem flachen Rande von 2·2 Cm. Durchmesser und einem mittleren, halbkugeligen Gupfe von 1·2 Cm. Durchmesser bestand. Leider war der ganze Helm, dessen Form man beim Auffinden genau erkennen konnte, derart von Rissen durchsetzt, dass nur einzelne grössere Stücke conservirt werden konnten.

---

[1] V. Hochstetter, Vierter Bericht der prähist. Commiss. d. kais. Akad. d. Wiss. (LXXXII. Bd. der Sitzungsber. I. Abth. Wien 1880) und Die neuesten Gräberfunde von Watsch und St. Margarethen in Krain etc. (XLVII. Bd. der Denkschr. d. mathem. naturw. Classe d. kais. Akad. d. Wiss., Wien 1883).

Unter dem Helme fand sich eine grosse glänzend schwarze Schale mit bandförmigem Henkel (Fig. 2, Taf. I). Sie hat einen Durchmesser von 179 Mm., ist aus freier Hand gemacht und ziemlich gut gebrannt.

Bei (20) durcheinander geworfene Scherben von mehreren Urnen, welche offenbar schon im zerbrochenen Zustande der Erde übergeben worden waren.

Bei (21) in einer Tiefe von 140 Cm. ein glatter, offener Armring aus Bronze; 5 Mm. dick, mit 53 Mm. Durchmesser.

11. September: bei (22) in einer Tiefe von 200 Cm. acht Arm- und Fussringe aus Bronze, drei Bronze-Fibeln und mehrere Glas- und Bernsteinperlen. Sechs von diesen Ringen sind Armringe mit offenen Enden und mit Knoten verziert. Sie gehören paarweise zusammen; ihre Durchmesser betragen 98 Mm., 73 Mm. und 65 Mm. Das vierte Ringpaar muss als Oberarm- oder Fussringe bezeichnet werden. Dieselben sind ebenfalls geknotet, 13·5 Mm. dick und haben 124 Mm. Durchmesser. Die Fibeln sind kleine Certosa-Fibeln. Zwei von ihnen haben eine Länge von 33 Mm., die dritte ist 45 Mm. lang.

Bei (23) in einer Tiefe von 145 Mm. zwei Oberarmringe aus Bronze, geknotet, mit offenen Enden, 8·5 Mm. dick, mit einem Durchmesser von 108 Mm.

Bei (24) zwei Urnen, von welchen nur eine erhalten werden konnte. Dieselbe ist eine bauchige Urne mit hohem, conischem, hohlem Fuss (Fig. 5, Taf. I), Freihandarbeit, schwach gebrannt, braun. Der Fuss ist 50 Mm. hoch. Der Körper ist ausgebaucht, nach unten zugespitzt und trägt auf seiner oberen Hälfte drei Reihen von je drei übereinanderstehenden Warzen. Höhe 290 Mm., Durchmesser 230 Mm.

Der Tumulus Nr. 8 enthielt sechs Fundstellen, welche wieder ganz unregelmässig in demselben vertheilt waren. Die Funde, welche er lieferte, sind folgende: Zwei Armringe aus Bronze, mit übereinandergreifenden Enden, verziert mit flachen Kerben, welche zu dreien beisammen stehen; vier Fussringe aus Bronze, mit offenen Enden und halbkugeligen Knoten; drei Certosa-Fibeln aus Bronze eine Thierfibel aus Bronze, vollkommen mit der (Fig. 3, Taf I) abgebildeten übereinstimmend; zwei Gürtelhaken aus Bronze, von welchen einer (14 Mm. breit und

50 Mm. lang) sammt dem zugehörigen Bronzeringe gut erhalten ist; eine Lanzenspitze, eine Speerspitze und ein Messerchen aus Eisen; eine Anzahl von Bernstein- und Glasperlen; ein Spinnwirtel aus Thon; zwei flache Schalen mit eingebogenem Mundrande; eine bauchige Urne mit hohem, hohlem Fuss. Der Bauch ist mit drei Reihen von je drei über einander stehenden Warzen und drei zwischen denselben angebrachten Bändern von vier oder fünf herablaufenden Linien verziert.

Der Tumulus Nr. 3 von Brezau enthielt vier Fundstellen. Er lieferte folgende Funde: eine Kahnfibel aus Bronze mit langem Fuss, Bügel und Fuss mit geometrischen Ornamenten verziert; die Nadel war von Eisen, fehlt aber jetzt, Gesammtlänge 125 Mm.; zwei geschlossene Bronzeringe von 21 Mm. Durchmesser; ein Gürtelhaken aus Eisen, 45 Mm. breit, stark beschädigt; zwei Lanzenspitzen und ein Hohlkelt aus Eisen; ein Spinnwirbel aus Thon; zwei bauchige schwarze Urnen mit hohem, hohlem Fuss, jede mit drei Reihen von je drei verticalen Rippen verziert, Höhe 285 und 157 Mm.; eine tiefe Schüssel von 216 Mm. Breite und 116 Mm. Höhe, mit gewölbtem Bauch, welcher durch 18 Einkerbungen in ebensoviele ca. 40 Mm. breite Buckel getheilt ist; eine flache Schale mit eingebogenem Rande.

Aus den beschriebenen Verhältnissen und den angeführten Funden ergibt sich, dass die Hügelgräber von Rowische vollständig übereinstimmen mit jenen von dem benachbarten St. Margarethen.

Fig. 1.

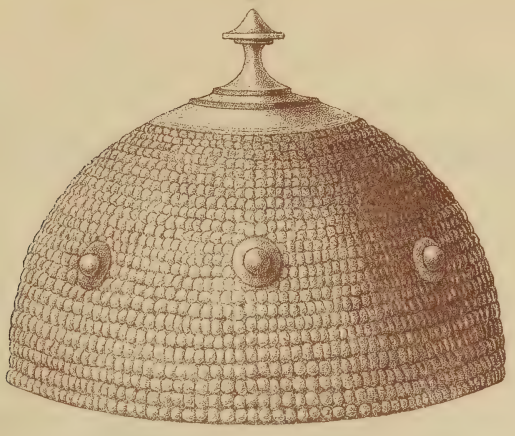


Fig. 2.

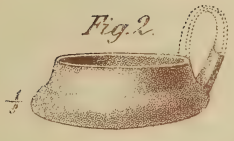


Fig. 3.

Fig. 4

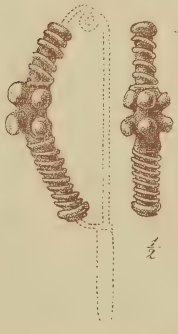


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Über die Nutationen und Wachsthumsrichtungen der Keimpflanzen.

Von **Franz Rimmer.**

(Arbeiten des pflanzenphysiol. Institutes der Wiener Universität. XXVIII.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Mai 1884.)

Begriff der Nutation.

Du Hamel[1] nennt die geneigte Lage der Stämme gegen das Licht, das Wenden der Blumen nach der Stellung der Sonne, Nutation. Dies Nicken erfolgt nach einer Verkürzung der Zellen auf der beleuchteten Seite.[2]

De Candolle bezeichnet in gleicher Weise die Bewegungen der Blume oder des Blüthenköpfchens nach dem scheinbaren Gange der Sonne als Nutation. Über die Ursache spricht er sich genauer aus. Die Schattenseite wächst stärker, das Gewicht der Blume oder des Blüthenstandes übt seinen Einfluss aus, dazu tritt die leichtere Dehnbarkeit in Folge der krautigen Beschaffenheit des Stengels.[3]

Auch J. Sachs[4] fasst unter Nutationen Krümmungen auf, die durch ungleiches Längenwachsthum eines Organes bewirkt werden, unterscheidet zwischen spontaner, bei der nur zwei Seiten des Organes sich verschieden verhalten — Dicotylenkeimlinge — und rotirender oder revolutiver, bei der das stärkere Längenwachsthum die Axe nach und nach umläuft — Stengel schlingender Pflanzen.

---

[1] Du Hamel du Monceau, Naturgeschichte der Bäume, ins Deutsche übersetzt von Schellenbach. II. Bd. pag. 116.

[2] l. c. pag. 117.

[3] De Candolle A. P. Pflanzenphysiologie, übers. v. Roeper. II. Bd. pag. 606 ff.

[4] J. Sachs Lehrbuch III. Aufl. pag. 757.

Nutationsbewegungen bilateraler Seitenorgane mit der Mediane des Organes zusammenfallend, sind nach de Vries[1] auch longitudinale Epinastie und Hyponastie, je nachdem die Ober- oder Unterseite im Längenwachsthume gefördert wird.

Eine genaue Charakteristik und Zusammenfassung der gesammten fraglichen Erscheinungen hat erst J. Wiesner[2] gegeben.

Dieser Autor fasst alle jene Bewegungen, welche die ungleichseitige Längenzunahme begleiten, als Nutationen auf, nennt die von äusseren Kräften: Licht, Schwere, Zug, Druck, einseitiger Feuchtigkeit etc.... abhängigen paratonische oder receptive, im Gegensatze dazu stehen die spontanen Formen, welche durch die innere Organisation bedingt werden. Zur letzten Gruppe gehören die einfache Nutation, die Keimlinge zeigen, z. B. *Abies excelsa*, *Linum*, wo beständig ein und dieselbe Seite des Organes stärker wächst als die Gegenseite, und die undulirende, die den meisten Dicotylensämlingen eigen ist, auf einem doppelten Wechsel der Wachsthumsintensität beruhend. Steigt die einseitige Förderung in einer Schraubenlinie an dem Organe aufwärts, so führt dies zur revolutiven Nutation, die mit der vorigen durch Übergänge verbunden ist. Eine noch fragliche Form bilden gewisse monopodiale Sprosse, z. B. von Linde, Erle, *Vicia Cracca*, *sepium* u. a. dar; stets ist das eine Internodium am Grunde winkelig an das frühere angefügt, wobei die dem Blatte zugekehrte Seite die convexe ist.

Mit Rücksicht auf die historische Entwicklung des Begriffes der Nutation und den Umstand, dass die einzelnen Formen derselben nicht strenge geschieden werden können sondern durch Übergänge verbunden sind, erscheint es unberechtigt, wenn S. Schwendener[3] den Begriff neuerdings zu beschränken sucht auf die Schraubenwindungen schlingender Sprosse, „deren

---

[1] H. de Vries. Arbeiten des bot. Inst. zu Würzburg 1871, pag. 223 ff.

[2] J. Wiesner. Die undulirende Nutation der Internodien, Sep. aus Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. math. nat. Cl. Bd. 77. — Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Wien 1882. pag. 149 ff.

[3] S. Schwendener. Zur Kenntniss der Schraubenwindungen schlingender Sprosse. Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botanik. XIII. Bd. pag. 372 ff.

wesentliches Kennzeichen neben der periodischen Wiederkehr dies ist, dass sie keine bleibende Wirkung hinterlässt.“ Das letzte Merkmal passt ja auch auf die einfache und undulirende Nutation.

Darwin[1] versucht alle Nutationen als Modificationen des den Pflanzen innewohnenden Bewegungsvermögens, der Circumnutation, aufzufassen, bedingt durch innere und äussere Reize. In den nachfolgenden Zeilen wird die Terminologie Wiesner's Anwendung finden.

Präcisirung der Aufgabe.

Bisher hatte man, mit Ausnahme vereinzelter Fälle, die einfache und die S-förmige Krümmung bei Keimlingen als rein spontane Erscheinungen angesehen. Da jedoch durch de Vries und J. Wiesner mehrfach der Beweis geliefert wurde, dass sich mehrere Factoren combiniren können, um einem Organe eine bestimmte Orientirung zu geben, so schien es wissenschaftlich berechtigt, von dem gleichen Gesichtspunkte aus die Nutationen des Epicotyles und Hypocotyles zu prüfen.

I.

Die einfache Nutation des Hypocotyles.

Wenn Samen von dicotylen Gewächsen keimen, durchbricht der Hypocotyle oder Epicotyle die Erde, an der Spitze einen Bogen bildend. Durch einige Zeit liegen die Cotylen der Keimaxe parallel an oder neigen sich schief gegen dieselbe, anfangs unter kleineren Winkeln, zu einem Maximum der Divergenz ansteigend, bis durch eine rückgängige Bewegung das Organ gerade wird. Die Neigungsebene der Spitze wird auf die Berührungsfläche der Cotylen bezogen, für welche der Ausdruck Medianebene vorgeschlagen wurde;[2] die concave Seite ist die vordere, die convexe

---

[1] Darwin Ch., Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Übers. von Carus. Stuttgart 1881.

[2] Dr. G. Haberlandt, Die Schutzeinrichtungen in der Entwicklung der Keimpflanze. Wien 1877. pag. 69 ff. (Ich behalte den wenig passenden Terminus der Mediane bei, um in Übereinstimmung mit den früheren Autoren zu sein).

die Hinterseite; dieser Unterschied ist lediglich ein physiologischer.

Bei manchen Pflanzenarten sind die Cotylen, welche emporgehoben werden, sehr voluminös und wegen der reichlich angehäuften Reservestoffe von nicht unbeträchtlichem Gewichte; sie vermögen der Geradestreckung einen Widerstand entgegenzusetzen und so die Nutation zu beeinflussen. Zuerst hat G. Haberlandt[1] bei *Helianthus* mit besonderem Nachdrucke auf den Einfluss, welchen die Cotylen und das Pericarp bei der Nutation ausüben, hingewiesen.

Auf Grund einiger Versuche behauptet er, dass die Nutation des Hypocotyles der genannten Pflanze blos eine Belastungserscheinung sei.

G. Haberlandt beobachtete, dass die Ebene, in der sich die Nutation bei *Helianthus* vollzieht, verschieden liegt; sie kann mit der Mediane der Cotylen zusammenfallen, normal oder schief dazu stehen.

Er befestigte zwei vollkommen gerade Keimlinge von *Helianthus* so, dass die Mediane der Cotylen bei dem einen vertical, bei dem anderen horizontal lag. Nach 24^h zeigte jedes Object zwei Krümmungen; an der Spitze war die convexe Seite nach aufwärts gerichtet, knapp an der Basis sah die Concavität aufwärts. Durch den Umstand, dass die natürliche Lage der Nutationsebene überhaupt variabel ist, verliert der Versuch an Beweiskraft. Ein weiteres Bedenken kommt hinzu, wenn man daran geht den Versuch zu wiederholen.

Legt man vollkommen gerade Keimlinge horizontal, so tritt negativ geotropische Krümmung ein, die von der Spitze nach der Basis rückt.[2]

Diesen begünstigten Geotropismus hatten die Cotylen erst zu überwinden, um sich nach abwärts krümmen zu können. Nach $1^1/_2 - 2^h$ macht sich bei horizontaler Stellung des Keimlings die erste geotropische Wirkung geltend, d. h. sie richtet den obersten Theil vertical; wodurch unterscheidet sich aber dann dieser Keimling von jenem, der von Anfang her vertical steht?

---

[1] G. Haberlandt l. c. pag. 72, 73.

[2] Darauf wies J. Sachs hin, Flora 1873, pag. 327.

Ich stellte nach Haberlandt's Angabe die Keimlinge auf; bei *a)* lag die Mediane vertical, bei *b)* horizontal.

a) Länge des Hypocotyles = 2·3 Ctm., Nutation 10°,
b) „ „ „ = 1·8 „ „ 0°.

Nach Ablauf von nahezu 2 Stunden waren beide gegen den Horizont um 30° geneigt, aber die Nutation änderte sich in derselben Zeit nicht. Nach 24 Stunden bestand an der Basis eine geotropische Krümmung, die Nutation blieb wie am Vortage bestehen. Nach weiteren 24 Stunden nutirte *a)* 30° in der Mediane, *b)* 20° in derselben Ebene; als *a)* 6·1 Ctm. erreicht hatte, war die Nutation auf 90° gestiegen, die Mediane der Cotylen schief gegen die Verticale gerichtet; bei *b)*, dessen Länge 5·4 Ctm. war, betrug die Nutation in der verticalen Mediane 90°. Versuche mit acht anderen Keimpflanzen ergaben dasselbe Resultat, dass horizontal gestellte sich so verhalten wie jene, welche immer in verticaler Stellung verharren.

Derselbe Autor fixirte einen geraden Keimling von 1·2 Ctm. im dunstgesättigten Raume so, dass die Keimaxe vertical nach abwärts gerichtet war. Auch hier war nach 24 Stunden keine Krümmung eingetreten.

Ich hatte mit 14 Keimlingen den Versuch wiederholt und fand bei 11 eine Krümmung dort, wo bei den Controlobjecten die einfache Nutation erschien, meist 20—30° betragend, vereinzelt sogar 50°; die Nutationsebenen lagen verschieden. Es ist klar, dass die in diesem Falle auftretende Nutation durch die sich beständig vergrössernde Last des Hypocotyles vermindert wird, mithin gar keine einfache Erscheinung vorliegt.

War der Gedanke Haberlandt's richtig, dass Belastung die Nutation bedinge, so musste umgekehrt durch Entlastung die Nutation zu vermindern sein. Haberlandt schnitt also den Keimlingen die Cotylen weg. Merkwürdigerweise fand er die Krümmung nur noch stärker und hielt sie für eine „Nachwirkung der Schwere". Auch diesem Versuche kann ich keine Bedeutung zuschreiben.

Durch das Abtragen der Cotylen wird in zweifacher Weise die Wachsthumsfähigkeit des Hypocotyles alterirt; einmal werden die Reservestoffe, die nur allmälig in die Keimaxe einwandern,

entfernt, zweitens bedingt das Verwunden eines Organes an sich schon Veränderungen, wie durch Wiesner[1] dargelegt wurde.

Dieser Forscher zeigte, dass bei *Helianthus annuus* durch Wegschneiden der Spitze das Wachsthum beträchtlich vermindert oder gänzlich sistirt wird. Im Zusammenhange damit muss auch die Reactionsfähigkeit sich ändern.

Sechs Keimlinge, denen die Cotylen genommen wurden, zeigten keine Veränderung der Nutation, die bei den Längen 2·5 Ctm., 3 Ctm., 3 Ctm., 3·2 Ctm., 3·4 Ctm., 4 Ctm. 180° betrug. Bei einem Versuche mit längeren Hypocotylen (5·7 Ctm., 6 Ctm., 6·2 Ctm.) betrug vor der Decapitirung die Nutation 180°, nach derselben bei den ersten zwei 130°, beim dritten 180°. Die Verminderung kann durch die Annahme erklärt werden, dass in Folge der beseitigten Last die Zellwände an der in Druck befindlichen Unterseite noch elastisches Dehnungsvermögen besassen. Haberlandt nennt die von ihm beobachtete Verstärkung der Nutation eine Nachwirkung der Schwere, wiewohl mit demselben Ausdrucke bislang eine ganz andere physiologische Erscheinung bezeichnet wurde. Wird z. B. der Hypocotyle eines *Helianthus* eine Stunde horizontal gelegt und in noch geradem Zustande vertical gestellt, so tritt nach etwa zwei Stunden eine Krümmung im Sinne der ersten Aufstellung ein; dies ist Nachwirkung der Schwere.

Was nun Haberlandt beobachtete, darf diesen Namen gar nicht tragen. Es wäre noch, die Richtigkeit seiner Beobachtung vorausgesetzt, das anzunehmen möglich, dass durch Zug das Wachsthum an der convexen Seite begünstigt wird und dies über die unmittelbare Wirkung der dehnenden Last andauert.

Es hat nämlich Wiesner[2] schlagend bewiesen, wie durch Zug Wachsthum eingeleitet und eine Krümmung hervorgebracht wird. Kressekeimlinge, welche auf einem Drehwerke der einseitigen Wirkung der Schwere entzogen wachsend, der Normalflamme gegenüberstanden, waren im unteren Theile ganz gerade;

---

[1] J. Wiesner. Das Bewegungsvermögen, pag. 64.

[2] J. Wiesner. Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. I. Th. Separatabd. aus dem 39. Bd. d. Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. pag. 56 ff.

gleich entfernt ruhende neigten sich in einem scharfen Bogen der Lichtquelle zu; der auf der Schattenseite sich einstellende Zug inducirte hier ein stärkeres Wachsthum; bei den rotirenden Keimpflanzen änderte sich bei jeder Umdrehung der Zug in Druck, daher musste die Krümmung ausbleiben. Auf eine Induction kann auch aus diesem Versuche nicht geschlossen werden und es spricht somit alles Vorgebrachte gegen Haberlandt.

Nach einer anderen Ansicht, die M. Wyplel[1] äusserte, ist die Nutation des hypocotylen Stengelgliedes vieler Pflanzen, deren Samen beziehungsweise Früchte den von *Helianthus* ähnlich sind, spontan, weil mit der Spitze nach abwärts gesetzte Früchte Keimlinge liefern, die schon im Boden nutiren und die Erde vor sich wegdrängen.

Wird die Wirkung der Schwerkraft durch Rotiren um eine horizontale Axe aufgehoben, so nutiren dennoch die Keimlinge, auch dann, wenn bei ruhenden dem Gewichte der Cotylen und des Pericarps ein ebenso grosses oder mehrfach grösseres, künstlich angebrachtes Gewicht entgegenwirkt. Die Nutationsebene der Keimlinge ist unabhängig von ihrer Mediane und kann durch die Lage der Früchte beeinflusst werden.

Mehrere dieser Versuche werden im folgenden Theile erledigt werden, hier füge ich noch Jean Dufour's[2] Meinung über denselben Gegenstand an. Er wiederholte den zweiten Versuch Haberlandt's und sah immer eine Krümmung eintreten. Die Nutation wird von Licht und Schwerkraft nicht beeinflusst. 2—3 Tage alte decapitirte Keimlinge von *Helianthus* zeigen stets die habituelle Nutation.[3] Am Klinostaten erscheint eine starke Nutation.

Die ganze Erscheinung ist spontan und auf Vorgänge im Protoplasma zurückzuführen. Der Hypocotyl hat wahrscheinlich kleine Unregelmässigkeiten im Wachsthum, welche die Cotylen

---

[1] M. Wyplel, Beiträge zur näheren Kenntniss der Nutation. Sep. d. Öst. Bot. Zeitschr. 1879. Nr. 1, 2, pag. 6, 11, 12, 15.

[2] Jean Dufour, Etudes d'anatomies et physiologie végétale. Diss. inaug. Laus. 1882. pag. 28, 36.

[3] l. c. pag. 32. Id. bemerkt gegenüber Haberlandt: „l'influence sur l'accroissement d'un poids donné est perçu par la plante d'une façon absolument médiate."

von einer Seite auf die andere bringen: „ils font alors sentir leur poids et influencent la nutation.“ [1]

Sind die Nutationen thatsächlich spontane, so müssen sie unverändert bei jeder Lage der Samen, beziehungsweise Früchte erscheinen.

Wiesner[2] hatte die Beobachtung gemacht, dass Samen von *Linum* mit dem Wurzelende nach abwärts in den Boden gesteckt, Keimlinge ohne Nutation lieferten. Wyplel[3] senkte Früchte von *Helianthus* zur Hälfte in die Erde und erhielt nutirende Keimlinge. Darwin[4] liess Samen von *Cucurbita ovifera* in Torf in einer Tiefe von 1″ in senkrechter Stellung gepflanzt keimen, mit dem Ende, aus welchem das Würzelchen vordringt, abwärts; dessenungeachtet krümmte sich der Hypocotyle, die Cotylen wurden in einem Bogen über die Oberfläche gezogen; schliesslich streckte sich der Hypocotyle gerade.

Ich setzte Früchte von *Helianthus annuus* mit dem Wurzelende nach abwärts so in feine Erde, dass die Rückenfläche im Niveau des Keimbodens lag.

Bei einem Versuche mit 9 Keimlingen ergab sich Folgendes:

1·3 Ctm. Nut. 0°,	1·5 Ctm....90°,	1·2 Ctm.... 0°,
1·5 „ ...10°,	1·4 „ ... 0°,	1·2 „ ...10°,
1·7 „ ...90°,	1·3 „ ...10°,	1·2 „ ...30°;

bei einer grösseren Länge nutirten dieselben Keimlinge:

3·9 Ctm....40°,	4 Ctm....80°,	2·6 Ctm....30°,
3·6 „ ...45°,	2·4 „ ...45°,	2·3 „ ...10°,
4·2 „ ...90°,	2·8 „ ...40°,	2·6 „ ...90°;

nach weiterem Wachsthume:

9 Ctm....30°,	10 Ctm....90°,	6 Ctm....30°,
8·5 „ ...90°,	5·6 „ ...45°,	4·1 „ ...10°,
10·3 „ ...90°,	7 „ ...30°,	7·1 „ ...90°.

---

[1] Jean Dufour, l. c. pag. 36.

[2] J. Wiesner. Die undulirende Nutation der Internodien, pag. 40.

[3] Wyplel, Ö. B. Z. 1879. Nr. 1.

[4] Ch. Darwin. Das Bewegungsvermögen der Pflanzen, pag. 74 ff.

Früchte in horizontaler Lage lieferten Keimlinge mit weit stärkeren Nutationen, die bei den jüngsten noch auf 90°, selbst 180° stieg; auch Schlingenbildung trat ein. Bei einer Aussaat von 12 Früchten, die vertical im Boden ruhten, fanden sich zwei Keimlinge, die während des ganzen Wachsthums überhaupt nicht nutirten, während bei den anderen die Nutation zwischen 20° und 90° schwankte. Die Länge der Hypocotyle bei Beendigung des Versuches war 6—8·4 Ctm.

Aus verticalen Samen von *Cucurbita Pepo* wuchsen Keimlinge, die bis zu 3—4 Ctm. gerade blieben, später nutirten die meisten, wenn auch geringer als die Controlpflanzen, deren Samen flach auf dem Boden lag; unter grösseren Aussaaten können auch hier vereinzelte immer gerade bleiben.

Es wurden Früchte von *Helianthus* vertical in einen mit feiner Erde gefüllten Topf gesetzt, dieser umgekehrt aufgehängt; ein zweiter Topf verblieb in normaler Stellung. Im ersten Falle bog sich der Hypocotyle in Folge negativen Geotropismus aufwärts, konnte jedoch die Horizontale nicht überschreiten, da der Boden des Topfes dies verhinderte. Bei 10 darauf geprüften Keimlingen wurde ausnahmslose eine Nutation beobachtet; die Cotylen waren anfangs vertical abwärts gerichtet, kreuzten sich später mit der Lothlinie und nahmen eine horizontale Lage an; bei 3 Keimlingen hingen die Cotylen unter Schlingenbildung abwärts.

Aus diesem Versuche lässt sich schliessen, dass der Hypocotyle wenigstens anfangs dem Zuge, den die Cotylen ausüben, zu folgen strebt.

M. Wyplel[1] hat Versuche mitgetheilt, welche beweisen, dass die Nutation mit grosser Kraft sich vollzieht und hiebei beträchtliche Lasten überwunden werden können. Er fand in einigen Fällen, dass erst ein Gewicht, 30mal grösser als das der Cotylen im Stande war, die Nutation zu unterdrücken. Bei Anwendung geringerer Gegenkräfte stellte sich eine Verlangsamung des Vorganges ein. In anderer Weise brachte J. Dufour[2] Gegendruck zur Anwendung. Er liess die Hypocotyle

[1] M. Wyplel. l. c. pag. 10.

[2] J. Dufour l. c. pag. 38.

in engen Glasröhren wachsen; wurden die Keimlinge von *Helianthus* bei einer Länge von 3—4 Ctm. aus der Zwangslage befreit, so erschien die habituelle Nutation, bei älteren, mit 10 bis 15 Ctm. Länge blieb sie aus. Wäre die Nutation nur ein spontaner Vorgang, so hätten bei dieser Versuchsanstellung alle Keimlinge nutiren müssen; thatsächlich sind Hypocotyle von 10 Ctm. noch lange wachsthumsfähig, aber kräftiger und widerstandsfähiger als die jüngeren, daher sie dem Zuge der Cotylen nicht folgen. Es ist also nicht nöthig Dufour's Ansicht beizupflichten.

In der Annahme einer Lastwirkung führte ich auch Versuche mit entlasteten Keimlingen aus. Oben ist schon hingewiesen worden, dass Versuche mit decapitirten Keimlingen für den verfolgten Zweck werthlos sind; so bleiben noch zwei Wege für die Prüfung: man kann durch Rotation des Keimlings den Zug der Cotylen eliminiren oder das Pericarp entfernen.

Werden vorgequollene Früchte von *Helianthus* ihrer Schale beraubt und vertical in Boden gesetzt, so eilen die daraus entwickelten Keimlinge den beschalten im Wachsthume voraus, nutiren schwächer als die mit dem Pericarp versehenen, die Cotylen klaffen weit.[1] Von 20 Keimlingen blieben 7 gerade; bei den übrigen betrug die Nutation 5—40°, zwei zeigten die gewöhnliche Nutation.

Von 12 Keimlingen, zwischen 1·4—3 Ctm. lang, entfernte ich bei sechs das Pericarp; die anfängliche Nutation von 180° war bei diesen am folgenden Tage auf 270° gestiegen; bei den übrigen sechs intacten betrug sie noch 180°. Ältere Keimlinge liessen dieselbe Verschiedenheit erkennen. In der Regel erscheint die Schlingenbildung erst bei grösserer Länge des Hypocotyles, wenn also die Cotylen bereits durch Entleerung der Reservestoffe geringeres Gewicht haben. Gelingt es nun dennoch diese starke Nutation von 270—360° schon bei sehr kleinen Keimlingen durch Entfernung des Pericarps hervorzurufen, so darf auch das als eine Thatsache angesehen werden, die auf Belastung hinweist.

[1] Dufour, l. c. pag. 39 spricht von einer Epinastie der Cotylen. Befreite er diese von ihrer Schale und gab sie in Wasser oder feuchte Luft, so divergirten sie bald 80—100°. Ich halte diese Erscheinung für unabhängig vom Wachsthum, weil sie auch in Kalilauge und in Alkohol auftritt.

Zum Rotiren diente ein Uhrwerk, dessen massiver Bau gestattete, Lasten bis zu 2 Kgrm. anzubringen; die Drehungsaxe war horizontal, die in Töpfen gezogenen Keimlinge bewegten sich in einer Ebene normal dazu.

Der Apparat, ein Stundenlaufwerk, stand bei diesen wie bei allen folgenden Versuchen in einem Schranke, dessen Verschluss das Eindringen von Lichtstrahlen abhielt; die Temperatur betrug 15—18° C. Es wurden 20 *Helianthus*-Keimlinge unter beständigem Rotiren zur Entwicklung gebracht; vier blieben ohne jede Nutation, bei den übrigen stieg sie bis 40°; einer nutirte sogar 180°. Wurden bereits nutirende Keimlinge auf den Apparat gesetzt, so war keine Änderung des Zustandes zu erzielen. Fünf Samen von *Cucurbita Pepo* lieferten bei beständiger Rotation Keimlinge, von denen einer mit 9·1 Ctm. ohne Nutation war, ein anderer bis 11·5 Ctm., ebenso 6·3 Ctm., 12·7 Ctm., 5·8 Ctm. Die ruhenden Controlpflanzen aus flach ausgelegten Samen zur Entwicklung gebracht, nutirten 180°. Hingegen lieferten *Soja hispida*, *Phaseolus vulgaris* keinen geraden Keimling, wenn sie rotirten, die Nutation betrug häufig 90°, manchmal mehr Grade. Bei *Cannabis*, *Cheiranthus*, *Linum*, *Lepidium*, *Calendula* gelang es niemals Keimlinge zu finden, die bei Rotation sich anders verhielten als bei Ruhe. Um über den Einfluss des Lichtes auf die Nutation Klarheit zu erlangen, wurden Keimlinge verschiedener Pflanzen im Dunkeln, bei gewöhnlicher Zimmerbeleuchtung und vor einer Gasflamme gezogen.

Die Versuche ergaben, dass bei etiolirten Keimlingen die Nutation im Allgemeinen länger dauert, als bei beleuchteten. Wenn G. Haberlandt[1] meint, die raschere Auflösung der Nutation am Hypocotyl bei *Phaseolus vulgaris* kann durch positiven Heliotropismus zu Stande kommen, so steht dem gegenüber die Thatsache, dass die nutirende Region anfänglich nicht, später nur wenig heliotropisch ist; es dauert die Nutation im Lichte relativ kürzer, weil der Hypocotyle eine geringere Länge erreicht als im Etiolement. Wie aber aus den Messungen Wiesner's[2]

[1] B. Haberlandt. Die Schutzeinrichtungen pag. 72.

[2] J. Wiesner. Untersuchungen über die Wachsthumsgesetze der Pflanzenorgane. Sep. a. Sitzb. der k. Akad. d. Wiss. I. Abth. Juliheft 1883. pag. 58 ff.

hervorgeht, ist der Verlauf der Wachsthumscurve, mit welchem die Nutation in Zusammenhang steht, von Licht nicht beeinflusst.

Die bisher mitgetheilten Thatsachen lassen sich in zwei Gruppen bringen. Durch geeignete Lage der Samen und durch Rotation der Keimlinge kann die Nutation aufgehoben oder vermindert werden; durch Entfernung des Pericarps kann die Nutation vermindert und gefördert werden; ersteres bei Beginn, letzteres vor dem Erlöschen.

Diese Reihe von Versuchen deutet auf eine belastende Wirkung der Cotylen. Anderseits ist bekannt, dass die Nutationsebene häufig keine bestimmte Orientirung besitzt und Keimlinge während des Nutirens nicht unbeträchtliche Lasten zu überwinden vermögen.

Daraus lässt sich die Annahme spontaner Vorgänge ableiten. Nunmehr ist es möglich für das Zustandekommen und den Verlauf der Nutation des Hypocotyles, als deren Typus *Helianthus* gelten mag, eine bestimmte Ansicht abzugeben.

In der wachsenden Region des Stengels eines vollkommen geraden Sämlinges treten kleine Verschiedenheiten in der Theilung und Streckung der Zellen auf; dadurch in eine schiefe Lage gebracht, ist den Cotylen Gelegenheit gegeben, ihren Zug nach abwärts auszuüben; die eine Seite wird gedehnt, die andere gedrückt, der Gegensatz beider vergrössert, Vorder- und Hinterseite unterscheidbar. Tritt an einem Punkte der Stengelperipherie ausserhalb der schon bestehenden Nutationsebene vermehrtes Wachsthum ein, so sucht dieses als eine Gegenkraft die Cotylen zu verschieben und ihnen eine neue Lage zu geben. Das Resultat der sich combinirenden Kräfte ist ein Schwanken der Nutationsebene. Bleibt die geförderte Seite längere Zeit dieselbe und sucht das einseitig gesteigerte Wachsthum die Spitze in einem Kreise abwärts und aufwärts zu bewegen, also eine Schlingenbildung einzuleiten, so streben dem die Cotylen entgegen; wird das Pericarp entfernt, so findet beschleunigte Schlingenbildung statt. Die Geradestreckung scheint ein rein spontaner Vorgang, unabhängig vom Geotropismus zu sein.

Bei *Cucurbita Pepo* tritt noch unter Umständen, durch welche die Lastwirkung der Cotylen aufgehoben wird, eine Nutation in der Mediane ein. Ich hatte im dunstgesättigten

Raume Samen mit einer Nadel in verticaler Lage fixirt und fand bei einem Versuche mit vier Keimlingen eine Nutation des Hypocotyles in der Mediane. Bei den normal gestellten Controlpflanzen war die Nutationsebene senkrecht zur Mediane der Cotylen. Es ist allerdings bei dem ersten Versuche die Last des Hypocotyles bedeutend und muss jeder Nutation entgegenwirken; doch das kann nur um so auffallender erscheinen, dass eine sonst minderhäufige Lage hier zur herrschenden wird. Ich bin geneigt, die Nutation in der Berührungsebene der Cotylen für eine rein spontane zu halten, die gewöhnlich erscheinende für eine Combinationswirkung. Der Hypocotyl von *Cucurbita* hat einen elliptischen Querschnitt mit dem grösseren Durchmesser in der Mediane. Werden an geraden Keimlingen die Cotylen aus ihrer verticalen Lage gebracht, so vermögen sie durch ihren Zug den Hypocotyl am leichtesten in der Richtung der kleinen Axe zu biegen; die spontane Nutation erscheint rechtwinkelig dazu, beide Bewegungen combiniren sich, es kann die eine um vieles kräftiger als die andere sein; daraus, dass die Mediane sehr selten als Nutationsebene bei normalen Keimlingen auftritt, ist zu schliessen, dass der Antheil der spontanen Vorgänge ein geringer ist.

Mit weniger Sicherheit lässt sich die Nutation bei *Soja*, *Lepidium*, *Cheiranthus* und *Phaseolus vulgaris* erklären, doch dürfte auch hier überall das Gewicht der Cotylen nicht belanglos sein. Insbesondere werde ich für die zuletztgenannte Pflanze in dieser Auffassung durch nachfolgenden Versuch bestärkt. Samen von *Phaseolus vulgaris*, die mit ihrer Symmetrieebene horizontal liegen, entwickeln Keimlinge mit zwei verschiedenen Nutationen; knapp unterhalb der Cotylen liegt eine in horizontaler Ebene, die typische, darauf folgt die andere in verticaler, durch das Gewicht der Cotylen bedingte; lässt man die Samen bei verticaler Lage der Symmetrieebene keimen, so erscheint constant nur eine Nutation.

II.

Die einfache Nutation des Epicotyles.

Als Untersuchungsobject diente *Phaseolus multiflorus*.

Der Epicotyl nutirt bereits, wenn er zwischen den Cotylen eingeschlossen ist; die Nutation steigt mit der Längenentwicklung

auf 90—180°, manchmal auf 210°; ist dies erreicht, so erfolgt die Auflösung der Nutation unter kleinen Schwankungen. Immer war bei den beobachteten Keimlingen, deren ich 40 bei Temperaturen zwischen 17° und 23°C. im Dunkeln wachsen liess, die Seite, welche nach vorne gegen die Cotylen sah, die concave, die Gegenseite die convexe. Es scheint mir daher mehr ein Zufall zu sein, wenn nach J. Wortmann[1] auch das Gegentheil eintreten soll; derselbe fand einmal die Vorderseite im Wachsthume am meisten begünstigt. Aus der Lage des Embryo ergibt sich, warum die den Cotylen zugewendete Seite concav wird. Auch die Angabe Wortmann's[2] von beträchtlichen Schwankungen, die oft 90° erreichen sollen, fand ich nicht bestätigt. Haben die Keimlinge im Finstern eine Länge von 3—4 Ctm. erreicht, so erfolgt eine Drehung der Nutationsebene um 45—90°, bald nach rechts, bald nach links, die Drehung des Epicotyles nimmt hiebei von oben nach unten ab. Werden die Cotylen noch vor Austritt des Epicotyles mit einem Bindfaden fest umwunden, so kann der sich herausschiebende Epicotyl eine Länge von 12—15 Ctm. erreichen, ohne dass die Nutationsebene von der Mediane abweicht.

Bisweilen bleibt an Samen die Haut intact erhalten, nur an einer Stelle von der auswachsenden Axe durchbrochen, und umschliesst längere Zeit die Cotylen; auch da verändert sich die Nutationsebene nicht. Drängt man hingegen die Cotylen künstlich auseinander, so dass sie weit klaffen, dann verändert der Epicotyl seine Nutationsebene, noch ehe er sich über die obere Kante der Keimblätter erhebt. Die anfänglich vorhandene Neigung in der Mediane zu nutiren lässt sich also durch künstlichen Druck begünstigen. Es ist nebensächlich, ob die Drehung des Epicotyles bei ungehemmter Entwicklung meist mit der Richtung des Windens, wie Wortmann angibt,[3] zusammenfällt, da die untersten Internodien von *Phaseolus* das Vermögen zu winden nicht haben. Wenn derselbe Autor[4] angibt, die Plumula beschreibe einen Kreisbogen, ohne dass die Keimaxe sich tordire, so trifft

---

[1] J. Wortmann, Studien über die Nutation der Keimpflanze von *Phaseolus multiflorus*. Bot. Zeitg. 1882. Nr. 52. pag. 920.

[2] l. c. pag. 917.

[3] l. c. pag. 919.

[4] l. c. pag. 918.

das nur für gewisse Fälle zu. *Phaseolus multiflorus* bietet nämlich zwei Arten von Keimlingen dar, solche mit undulirender Nutation und andere, bei welchen auch eine Flanke eine geringe Begünstigung im Vergleiche zur entgegengesetzten zeigt, die also revolutiv nutiren.

Trägt man auf der Hinterseite Tuschmarken auf, so kann knapp unter dem nutirenden Theile die Reihe der angebrachten Theilstriche seitlich einer neuen Krümmung liegen. Diesen Fall hat Wortmann beobachtet. Häufiger ist jedoch die undulirende Nutation verbunden mit einer Torsion; Keimlinge, an deren Hinterseite mit Tusche eine Längslinie gezogen wird, zeigen dies deutlich; bevor das Längenwachsthum eingestellt wird, ist die Torsion vollendet.

Von der Beleuchtung ist der Grad der Nutation unabhängig, selbst intensives Licht unterdrückt dieselbe nicht; die Dauer ist hingegen im Etiolement grösser als bei continuirlicher Beleuchtung. Die „geeigneten Bedingungen, unter welchen an im Lichte cultivirten Keimpflanzen die Nutation unterbleibt", konnte ich nicht auffinden.[1]

3 Keimlinge bei 23° C. starkem Sonnenlichte ausgesetzt, nutirten bei

2·6 Ctm....210°	2·1 Ctm....180°	2·4 Ctm....180°
4·3 „ ...160°	3·5 „ ...180°	3·6 „ ...180°
8·1 „ ...110°	7 „ ...180°	6·5 „ ...180°
10·5 „ ... 90°	9·2 „ ... 90°	8 „ ... 90°
11·2 „ ... 0°	10·1 „ ... 0°	8·8 „ ... 0°

Das Wachsthum dauerte noch fort.

3 Keimlinge unter einem geschwärzten Sturze stehend nutirten bei

2·5 Ctm....200°	2 Ctm....180°	2·5 Ctm....180°
5·8 „ ...180°	4·5 „ ...180°	5·3 „ ...180°
10·7 „ ...110°	9·6 „ ... 90°	10 „ ... 90°
12·2 „ ... 90°	10·9 „ ... 90°	11·4 „ ... 90°
14·7 „ ... 90°	13·2 „ ... 90°	13·9 „ ... 90°
22·3 „ ... 0°	18·5 „ ... 0°	19·3 „ ... 0°

Die Epicotyle wuchsen fort.

[1] J. Wortmann l. c. pag. 923.

Wortmann[1] versuchte den Satz zu beweisen, dass die Grösse des Nutationswinkels im Allgemeinen im geraden Verhältnisse zur Wachsthumsgeschwindigkeit des Internodiums steht. Zwei Versuchsreihen werden zu Gunsten dieser Behauptung angeführt. 1. Wird im Dunkeln cultivirten Keimlingen durch Beschneiden oder Entfernung der Cotylen die Zufuhr von Reservestoffen vermindert oder gehemmt, so tritt mit bedeutender Retardation im Wachsthum Geradestreckung ein. 2. Der Boden einer Kiste war mit Sägemehl und Eis bedeckt, die Temperatur schwankte zwischen 9° und 15° C., die Keimpflanzen entwickelten sich langsam und nutirten 10°, 15°, 90°; es nahm eine viel grössere Partie an der Krümmung Theil als im normalen Falle.

Den Einfluss, welchen die Entfernung oder Verstümmelung der Cotylen auf das Wachsthum der Schminkbohne hat, kannten schon Bonnet[2] und Senebier.

De Candolle[3] fand für dieselbe Pflanze, dass auch ohne Samenblätter Keimung stattfindet, dabei bleibt jedoch die Pflanze immer klein und gleichsam ihr eigenes Miniaturbild. Durch die nachstehenden Mittheilungen wird sich ergeben, inwiefern die Nutation durch Herabsetzung des Wachsthums beeinflusst wird. Die Versuche wurden im Dunkeln bei einer Mitteltemperatur von 17·5° C. ausgeführt.

Keimlinge mit intacten Cotylen:

a)	2·8	Ctm.	Nut.	180°	*b)*	2·6 Ctm.	Nut. 180°
	6·2	„	„	180°		4·8 „	„ 160°
	9	„	„	110°		5·7 „	„ 90°
	11·1	„	„	100°		10·4 „	„ 90°
	13	„	„	40°		12 „	„ 0°
	13·7	„	„	0°			

c)

2	Ctm.	Nut.	160°
13·1	„	„	160°
16·4	„	„	90°
17·4	„	„	90°
18·3	„	„	0°

[1] L. c. pag. 922.

[2] Bonnet, Recherches sur l'usage des feuilles etc. Göttingen und Leiden 1754, diese Thatsache mitgetheilt in de Candolle, Pflanzenphysiologie, übers. von Röper, pag. 318; daselbst auch Senebier citirt.

[3] De Candolle, l. c. pag. 319 ff.

Keimlinge mit 1 Cotylen:

a)	2·6	Ctm.	Nut.	180°	*b)*	2	Ctm.	Nut. 90°
	5·3	„	„	110°		3·6	„	„ 90°
	7·7	„	„	90°		5·9	„	„ 160°
	9·2	„	„	45°		13·8	„	„ 90°
	9·9	„	„	0°		17	„	„ 0°
	10·1	„	„	0°				

c)

3	Ctm.	Nut.	90°
14·7	„	„	180°
16·2	„	„	90°
19·3	„	„	0°
23	„	„	0°

Einem Keimlinge von 5·1 Ctm. wurden die beiden Cotylen genommen:

5·1	Ctm.	Nut.	180°
6·9	„	„	180°
7·8	„	„	140°
8·3	„	„	140°
8·7	„	„	90°
8·9	„	„	0°

Der Keimling war auffallend dünn und entwickelte kein Internodium.

Einem Keimlinge von 12·4 Ctm. wurden die Cotylen abgeschnitten:

12·4	Ctm.	Nut.	90°
13	„	„	40°
16·1	„	„	0°

Das erste Internodium erreichte noch 7·4 Ctm.

Einem Keimlinge von 1·6 Ctm. beide Cotylen genommen:

1·6	Ctm.	Nut.	90°
2·2	„	„	45°
2·7	„	„	30°
4·3	„	„	0°

Der Keimling hörte zu wachsen auf.

Einem Keimlinge von 1·1 Ctm. fehlten beide Cotylen:

1·1	Ctm.	Nut.	90°
2·5	„	„	90°
3	„	„	40°
3·2	„	„	40°
3·4	„	„	40°

Der Keimling starb ab.

Bei all diesen kümmerlichen Pflanzen war die nutirende Zone kürzer als bei den normalen.

Versuche mit Keimlingen bei niederer Temperatur, die im Mittel 12—12·3° C. betrug, im Etiolement ergaben:

a)	1·5 Ctm.	Nut. 180°	*b)*	1 Ctm.	Nut. 180°
	3 „	„ 90°		2·6 „	„ 90°
	4·1 „	„ 30°		4 „	„ 20°
	13 „	„ 0°		12·2 „	„ 0°

c)	2·3 Ctm.	Nut. 180°
	3 „	„ 90°
	5·2 „	„ 60°
	6·7 „	„ 30°
	10·4 „	„ 0°

Durch Herabsetzung der Intensität des Wachsthums in Folge Verstümmelung oder Entfernen der Cotylen und bei niederer Temperatur kann die Nutation beeinflusst werden, sie ist geringer, verharrt kürzere Zeit auf der Höhe und erlischt früher als bei normal wachsenden Keimlingen. Eine strenge directe Proportionalität zwischen Intensität des Wachsthums und Nutation, wie sie J. Wortmann behauptet, wird aus keinem der mitgetheilten Versuche sich erkennen lassen. Versuche, die ich mit intacten Bohnenkeimlingen bei 27—29° C. unter günstiger Feuchtigkeit ausführte, lieferten mir kein neues beachtenswerthes Resultat.

Durch Rotation wurde die einfache Nutation des Epicotyles nicht geändert, sie ist also von der Schwerkraft unabhängig.

Der Behauptung Wortmann's,[1] dass bei *Phaseolus* die Nutation so lange andauert als der Keimling wächst, stehen zahlreiche Versuche Wiesner's[2] entgegen, denen zufolge die Krümmung lange vor Erlöschen des Wachsthums der Internodien sistirt wird.

Aus den vorliegenden Thatsachen geht hervor, dass die Veränderungen in der Nutation des Epicotyles bei *Phaseolus multiflorus*, durch äussere Einflüsse erzielt, stets nur gering, nie

---

[1] J. Wortmann, l. c. pag. 917, 925.

[2] Wiesner. Die Wachsthumsgesetze etc., pag. 26 ff.

wesentlich sind; deshalb halte ich die fragliche Erscheinung für bedingt durch organisatorische Vorgänge.

III.

Die undulirende Nutation.

Zu der bisher betrachteten einfachen Nutation tritt bei zahlreichen Keimlingen dicotyler Gewächse noch eine zweite, in der Regel weniger deutliche Krümmung nach der entgegengesetzten Seite, wodurch solche Stengel mehr oder minder scharf die Form eines S erhalten. Sachs[1] hatte zuerst darauf hingewiesen, Wiesner[2] eine Untersuchung der Wachsthumsverhältnisse geliefert; dieser nannte die durch eine Umkehrung der Wachsthumsintensität bewirkte Nutation undulirende. Aus seinen heliotropischen, geotropischen und Rotationsversuchen mit *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus multiflorus*, *Soja hispida*, *Helianthus* geht hervor, dass im unteren Theile des Hypocotyles, beziehungsweise Epicotyles die Vorderseite stärker wächst als die Hinterseite, während an der Spitze das umgekehrte der Fall ist.

Solche in undulirender Nutation begriffene Stengelstücke besitzen in jedem Bogen zwei Wachsthumsmaxima. Wortmann[3] bemühte sich, die von Sachs beobachtete Wachsthumsweise (ein Maximum) zu bestätigen. Durch Wiesner[4] ist aber die Frage jedem Zweifel gegenüber gelöst, es existiren zwei Maxima, so lange die Pflanze undulirt; nach erfolgter Geradestreckung ist ein einziges aufwärts wanderndes Maximum vorhanden, ebenso wie im ganz unentwickelten Zustande, vor der Undulation, nur ein Maximum vorhanden ist. Für *Phaseolus multiflorus* wurde von Wiesner gezeigt, in welcher Weise die Nutation durch innere Organisationsverhältnisse bedingt wird. Er fand folgendes: Der Epicotyl, im embryonalen Zustande orthotrop, hat die Gestalt eines schief abgeschnittenen Prisma; die längere Seite wird bei der einfachen Nutation convex, die kürzere concav; erstere ent-

---

[1] J. Sachs, Lehrbuch, III. Aufl., pag. 759.

[2] J. Wiesner. Die undulirende Nutation, l. c. pag. 33.

[3] Wortmann, Bot. Zeitg. 1882, pag. 933.

[4] Wiesner, Bot. Zeitg. 1883 und Wiesner, Sitzb. l. c., Separ. pag. 26 u. a. O.

hält mehr, letztere weniger Zellen. In Folge der eingetretenen Zugspannung auf der convexen Seite muss hier das Längenwachsthum der Zellen begünstigt werden; die Druckspannung der Gegenseite bewirkt, dass die Zellen hier schmal bleiben und sich theilen; die grössere Zahl der Zellen verursacht bei dem Übertritt in den Dauerzustand, der mit Dehnung sich verknüpft, zuerst Geradestreckung, dann eine der ursprünglichen entgegengesetzte Krümmung und schliesslich wieder Geradestreckung.

Wiesner hob bei seinen Untersuchungen hervor, dass im unteren Theile des Epi-, beziehungsweise Hypocotyles Geotropismus und Heliotropismus wirken können, deshalb legte ich mir die Frage vor, inwieweit die undulirende Nutation von äusseren Factoren abhängig sei.

A. Die undulirende Nutation bei Ausschluss einseitiger Schwerkraftwirkung.

Ich liess Keimlinge von *Cucurbita Pepo* auf dem Rotationsapparate im Dunkeln wachsen und fand sie, von dem schon erwähnten Verhalten der Cotylen abgesehen, auffallend abweichend von den ruhenden. Rotirende Keimlinge zeigten nämlich bisweilen im Hypocotyle einen einzigen grossen Bogen in der Mediane oder es traten zwei bis drei kleinere Krümmungen auf, von denen eine die Lage der Mediane, die andere eine andere Lage hatte. Keimlinge, deren Cotylen auf dem Rotationsapparate nur wenig nutirten, zeigten die undulirende Nutation schärfer als im ruhenden Zustande. Im Lichte ist die Undulation gewöhnlich schwach ausgeprägt.

Auffallender ist die in Rede stehende Nutation schon bei normalen *Helianthus*; im Dunkeln wird sie verstärkt, noch mehr begünstigt durch Rotiren um eine horizontale Axe. Gibt man von zwei fast gleichen Keimlingen einen auf das Drehwerk, lässt den anderen ruhen, so übertrifft der erstere schon nach 24 Stunden den anderen durch grössere Bögen; bei einem Versuche verhielten sich die Krümmungsradien wie 2:9, wobei der Radius im unteren Bogen des rotirenden Keimlinges als erster gesetzt wurde.

Ruhende Keimlinge lassen undulirende Nutation erst bei grösserer Höhe erkennen. Vier Keimlinge dieser Art hatten solche bei 5—7·5 Ctm., vier rotirende bei 2·4—3·5 Ctm. Bisweilen

finden sich bei rotirenden *Helianthus* Übergänge zur revolutiven Nutation, die dadurch zu Stande kommen, dass oben der Hypocotyl eine geringe Krümmung zeigt, im unteren Theile einen Bogen entgegengesetzter Art, aber in derselben Ebene, zwischen beiden stellt sich eine neue Krümmung ein, indem die eine Flanke im Vergleiche zur Gegenseite stärker wächst. Im ruhenden Zustande fehlt diese Erscheinung nicht, ist aber viel seltener. Wiesner hat mehrmals auf solche Übergänge zur revolutiven Nutation hingewiesen.

Der Hypocotyl von *Cannabis sativa*, im ruhenden Zustande mit wenig ausgeprägter Undulation, bildet nach längerem Rotiren oft einen grossen Bogen, eine einzige grosse Schlinge oder mehrere unregelmässige Krümmungen verschiedener Lage. Es hatte bei einem Versuche mit drei Keimlingen von 9·1 Ctm., 5·8 Ctm., 9·4 Ctm., der erste zwei Krümmungen mit dem Radius 2·5 Ctm., 1·5 Ctm., der mittlere einen Bogen mit 2 Ctm., der dritte mit dem Radius 2 Ctm., 2·5 Ctm., 1·5 Ctm., ungeachtet der geringen Nutation an der Spitze; die Krümmungen des letzten Keimlinges fielen in verschiedene Ebenen.

Auch *Soja hispida* verhielt sich ähnlich. Der Hypocotyle von *Phaseolus vulgaris* beschreibt beträchtliche Bögen; unter allen Umständen ist bei den rotirenden Keimlingen die undulirende Nutation schärfer ausgeprägt als bei ruhenden.

Keimlinge von *Tropaeolum nanum* wachsen, wenn sie rotiren niemals senkrecht zur Rotationsaxe; sie zeigen unregelmässige Krümmungen. Ein Keimling von 2 Ctm. hatte bloss undulirende Nutation, nach 5 Tagen vergrösserte sich der untere Bogen und es entstand daraus eine Schlinge; in diesem Zustande wuchs derselbe bis 24·5 Ctm. Ein Keimling von 16 Ctm. hatte ausser der Undulation noch zwei kleinere Bögen ausserhalb der Hauptebene; ein anderer mit 11 Ctm. hatte im ganzen drei Bögen in derselben Ebene.

Die ruhenden Keimlinge dieser Pflanzen unduliren.

Phaseolus multiflorus hat mit den angeführten Pflanzen die lebhaften Nutationen gemeinsam, ebenso finden sich nach mehrtägiger Rotation häufig Individuen mit revolutiver Nutation.

B. Der Erfolg der mitgetheilten Versuche führte zu der Ansicht, dass es umgekehrt durch gesteigertes

Wachsthum, wodurch der Geotropismus begünstigt wird, gelingen könne, die Nutationen zu verringern oder zu hemmen.

Ich cultivirte *Phaseolus vulgaris* in total feuchtem Raume bei 22—23·5° C. unter Lichtabschluss.

Die Nutation betrug bei *a)* 8 Ctm....160°, 19 Ctm....120°, 21·3 Ctm.....0°, *b)* 4·5 Ctm.....90°, 15 Ctm.....180°, 17·6 Ctm....0°; *a* und *b* vollständig gerade.

Im trockenen Raume war die Nutation bei 3 Ctm....180°, 6·4 Ctm....270°, 7·4 Ctm....180°; *b)* 1·8 Ctm....90°, 2·5 Ctm....360°, 4·7 Ctm....270°; es trat bei *a* und *b* die undulirende Nutation stark hervor.

Es übertreffen die Keimlinge im dunstgesättigten Raume ihre Altersgenossen des freien Raumes bedeutend an Grösse, 3·7:1, unterscheiden sich ferner durch den Mangel der undulirenden Nutation. Die vollkommen verticale Lage deutet darauf hin, dass der Geotropismus in seiner Wirkung begünstigt ist und die Nutation überwindet.

Ebenso verhielten sich *Helianthus annuus* und *Phaseolus multiflorus*, letzteres dadurch noch auffallend, dass die Nutation der Plumula bestehen blieb.

Aus dem Vergleiche der drei Arten von Keimlingen, der rotirenden, unter günstigen Bedingungen der Temperatur und Feuchtigkeit wachsenden sowie der normalen ergibt sich, dass die Hypocotyle und Epicotyle ein unregelmässiges Wachsthum besitzen, das zu Nutationen führt, die am Rotationsapparat am ausgeprägtesten erscheinen, bei Hinzutritt des Geotropismus fast ganz aufgehoben oder nur vermindert werden, je nach seiner vom Wachsthume abhängigen Intensität. Es ist zur Zeit noch ungewiss, ob eine einfache Beziehung zwischen Intensität des Wachsthums und Geotropismus besteht; wohl stützen mehrfache Erfahrungen diese Annahme.

Wiesner[1] hat darauf hingewiesen, wie in Folge energischen Wachsthums durch gesteigerte Ernährung Seitenwurzeln geotropischer werden und die Eigenthümlichkeiten der Hauptwurzeln annehmen können; auch Wassertriebe sind energisch geotropisch, weil die Substanzzufuhr eine reichliche ist.

---

[1] J. Wiesner. Das Bewegungsvermögen, pag. 91 ff.

IV.

Die Nutationen von *Vicia sativa* und *Pisum sativum*.

Bei *Vicia sativa* fand Wiesner,[1] dass in Folge unzureichender Beleuchtung oder im Finstern wellenförmige Krümmungen, oft mehrere innerhalb eines Internodiums auftreten. Auch an im Lichte gezogenen Internodien ist die Wellenform zu erkennen, ebenso die Tendenz, diese Krümmungen in der Ebene des Zweigendes zu vollziehen; häufig kommt es vor, dass sich die Nutationsebene des Zweigendes horizontal stellt, darin erfolgt dann auch die undulirende Nutation des Zweiges. Wiesner ist geneigt die Erscheinung zu den spontanen Nutationen zu zählen.

Von den bisher erwähnten Beispielen undulirender Nutation weicht diese Pflanze in zwei sehr wesentlichen Punkten ab: durch eine ziemlich grosse Anzahl von Wellenkrümmungen und durch die Fähigkeit auch in horizontaler Ebene zu nutiren.

Lässt man gequollene Wickensamen in einem dunklen Raume bei 13—19° C. keimen, so merkt man bereits an Sämlingen von 2—3 Ctm. sehr verschiedenes Verhalten bezüglich der Nutation. Es ist nämlich nicht nur die Symmetrieebene der Cotylen jene Fläche, in welcher die ersten Krümmungen sich einstellen, sondern es kann auch die auf diese Lage bezogene rechte oder linke Seite convex werden, während die Plumula in der verticalen, horizontalen oder einer schiefen Ebene nutirt; kurz es kann jede Seite im Wachsthum gefördert werden. Solche Keimlinge zeigen bereits, dass sie nicht zu den undulirenden gehören. Noch deutlicher wird dies, wenn sich mehrere Stengelglieder entwickelt haben; da entstehen häufig korkzieherartige Windungen, neben diesen wachsen Keimlinge mit mehrfachen Wellenkrümmungen nahezu in der Insertionsebene der Blättchen.

Keimlinge, die unter den gleichen äusseren Verhältnissen rotirten, liessen Krümmungen wahrnehmen, die sämmtlich in einer Ebene lagen oder sich der Hauptebene, in der die Blättchen angeordnet sind, näherten; ausserdem ist häufig das Internodium an der Basis, wo das schuppige Blättchen sitzt, abgelenkt. Schraubig gewundene, die unter ruhenden Keimlingen häufig

[1] J. Wiesner. Die undulirende Nutation etc., l. c. pag. 22 ff.

sind, fehlen hier. Durch diese Versuche liess sich der Antheil des Geotropismus an den Nutationen nicht entscheiden.

Ich stellte nun Wickenkeimlinge horizontal und vertical invers auf. Zwölf Keimlinge mit 3—4 Krümmungen wurden horizontal gelegt und verblieben durch 20 Tage in dieser Richtung; 5 Keimlinge bildeten die neuen Internodien in horizontaler Lage aus, zeigten aber unregelmässige Krümmungen, 2 richteten sich vertical, die übrigen schief auf. Es muss bemerkt werden, dass hier verschiedene Seiten nach unten lagen. Kehrten wenig nutirende Keimlinge ihre Vorderseite abwärts, so trat mehr minder deutlich Aufkrümmung durch Geotropismus ein; in der schiefen oder verticalen Richtung des Internodiums begannen die Nutationen neuerdings. Die inversen Sämlinge wuchsen stets eine Strecke horizontal ohne zu nutiren, krümmten sich dann aufwärts und nutirten.

Es gibt jedoch andere Bedingungen, unter welchen *Vicia* energisch geotropisch wird. Werden Keimlinge in einem dunstgesättigten Raume bei 16—20° C. gezogen, so unterbleibt bisweilen die Hakenbildung an der Spitze, immer aber die wellenförmige Krümmung; die Internodien erreichen eine beträchtliche Länge ohne jede Nutation, besitzen einen kleineren Querschnitt als gleich alte, freistehende Sämlinge. Etiolirte, so behandelte Keimlinge wuchsen in 5 Tagen zu 11·4 Ctm., 10 Ctm., 7·3 Ctm., 5·2 Ctm. heran, während freistehende mit Nutationen 3·7 Ctm., 3·5 Ctm., 2·9 Ctm., 2·4 Ctm. massen. Wurden im feuchten Raume Keimlinge invers gestellt, so trat nach 4^h Geotropismus ein, Nutation unterblieb. Wurden gerade Keimlinge des feuchten Raumes in einen trockenen versetzt, so fiel der hier zugewachsene Theil durch seine Dicke auf, er nahm zu dem früheren, verticalen Theile eine geneigte, bisweilen rechtwinkelige Stellung an und führte Nutationen aus. Bei jüngeren Keimlingen von 4—5 Ctm. rückte die Verdickung bis zur Basis, bei älteren, 10—12 Ctm. langen, nur wenig abwärts. Mit dieser Zunahme im Querschnitt war immer das Eintreten der Krümmungen verbunden, selbst dort, wo diese früher fehlten. Die mikroskopische Prüfung ergab, dass nicht Theilung von Zellen die Verdickung bedingte, sondern lediglich die Dehnung der Zellwände; insbesondere sind die Parenchymzellen daran betheiligt. Im feuchten Raume haben

die Keimlinge Parenchymzellen mit auffallend kleinem Querdurchmesser, relativ bedeutender Länge. Es verhielten sich z. B. die Querdurchmesser der Zellen aus der 3. Reihe des Rindenparenchyms bei feuchter und trockener Cultur wie 7·5:10·62, die Längen wie 54·12:11·25 (Mittel aus 12 Messungen). Reinke, Sorauer u. A. [1] haben bei verschiedenen Pflanzen eine ähnliche Begünstigung des Längenwachsthums durch gesteigerte Feuchtigkeit gefunden und ebenfalls durch Messungen die ausserordentliche Streckung der Zellen nach der Längsrichtung dargelegt.

Wurden Keimlinge von *Vicia* unter einem geschwärzten Sturze bei 25° C. cultivirt, so boten sie wohl auch Nutationen dar, die besassen aber stets grosse Radien und lagen weniger unregelmässig als bei Culturen unter wenig günstigen Bedingungen. Ein Keimling von 11 Ctm. hatte 2 Bögen mit einem Radius von 1·5 Ctm. und 2 Ctm.; *b)* 9 Ctm., $r_1 = 3$ Ctm.; *c)* 14 Ctm., $r_1 = 2$ Ctm., $r_2 = 2$ Ctm., $r_3 = 3 \cdot 5$ Ctm., während die Krümmungsradien frei exponirter Sämlinge zwischen 0·5—1 Ctm. schwankten.

Aus dem bisher Mitgetheilten ergibt sich, dass unter den Bedingungen, die das Wachsthum in querer Richtung fördern, Nutationen stärker und unregelmässiger werden, der Geotropismus zurücktritt; bei Förderung des Längenwachsthums stellt sich eine Umkehrung des Verhältnisses ein. Dort, wo die unregelmässigen Krümmungen fehlen, ist die einfache Nutation noch vorhanden, daraus ergibt sich, dass beide verschiedener Natur sind.

Für *Pisum sativum* schildert Wiesner [2] den Verlauf des Wachsthums folgendermassen. „Die epicotylen Stengelglieder erhoben sich mit mehr weniger starker convexer Vorwärtskrümmung in die Höhe, krümmten sich dann bald abwärts und wuchsen in einer wenig von der wagrechten abweichenden Richtung wellenförmig fort; das Stengelende der epicotylen Axe und der folgenden Internodien nutirte; die Nutationsebene wich in der Regel von einer Verticalebene nur wenig ab; in jener Ebene liegen in der Regel auch die genannten concaven oder convexen Krümmungen. Die Zahl der Bögen innerhalb der ein-

---

[1] J. Reinke, Bot. Zeitg. 1876, pag. 138—139. A. Sorauer, Bot. Zeitg. 1878, Nr. 2.

[2] J. Wiesner. Die undulirende Nutation, pag. 24 ff.

zelnen Stengelglieder ist zumeist grösser als 2, oft beträgt sie 4, 5, aber auch mehr.“ Die Nutationen sieht Wiesner als spontane an, „welche durch die Gravitation nur bis zu einem gewissen Grade modificirt werden können.“ Etiolirte Keimlinge sind in der Regel stark geneigt; entweder in der horizontalen oder in einer davon wenig abweichenden Richtung ihre unregelmässigen Krümmungen ausführend. Auch hier kann jede Seite des im Querschnitte rundlichen Stengelgliedes convex werden, wie dies oben für *Vicia* angegeben wurde; die Krümmungen sind hier schwächer.

Geotropismus beeinflusst den Wachsthumsmodus in geringem Grade, was schon aus den Versuchen Wiesner's hervorgeht. Bei raschem Wachsthume in dunstgesättigtem Raume und bei erhöhter Temperatur, 23·5° C., bleiben die Krümmungen aus. Die Stengelglieder sind dünn und lang, bieten dasselbe Verhalten wie die ähnlich cultivirten Wickenkeimlinge. Sämlinge aus dem dunstgesättigten Raume plötzlich starker Transpiration ausgesetzt, wachsen in die Dicke, richten den neugebildeten Theil schief zu der bisher eingenommenen Verticalstellung. Vollkommen gerade Keimlinge von 7—8 Ctm. wurden unter einen Sturz gebracht, unter welchem auch ein Schälchen mit Schwefelsäure zur Aufnahme des Wasserdampfes sich befand, da zeigten die neugebildeten Theile auffallend die grössten Verschiedenheiten in der Lage. Auf dem Rotationsapparate unterblieben die Krümmungen nicht, die Keimlinge nahmen aber nicht die bedeutende Lagerung an, die den Controlpflanzen eigen war.

Pisum, das sich, wie zu ersehen, in mehrfacher Hinsicht wie *Vicia* verhält, weicht dadurch hauptsächlich ab, dass der Epicotyl und die folgenden Internodien bei verzögertem Wachsthum und unter Einfluss des Geotropismus sich horizontal stellen und verschieden orientirte Nutationen vollführen; schraubige Windungen beobachtete ich unter den Culturen nicht.

V.

Nutationen bei Monocotylen.

Viele Keimpflanzen dieser Classe besitzen einen scheidigen Cotylen, der die Primordialblätter vollständig umschliesst. Bei

den Gräsern ist derselbe anfänglich orthotrop, von messerförmiger Gestalt, daher leicht im Stande ohne Nutation den Boden beim Keimen zu durchbrechen. Um bei Grassämlingen Nutationen prägnant beobachten zu können müssen Licht und Schwerkraft ausgeschlossen werden.

Werden Sämlinge von *Cynosurus cristatus* auf den Rotationsapparat gesetzt, so lange sie noch nicht über 0·5 Ctm. sind, so tritt nach 2—3^h eine auffallende Krümmung des Cotylen ein; nach längerem Rotiren, 24^h, wird diese oft derart gesteigert, dass sich der Cotyle mit der Spitze in den Boden des Töpfchens einbohrt. Grössere Keimlinge, über 0·5 Ctm. zeigten die Krümmungen erst nach Ablauf längerer Zeit oder, war der Cotyle dem Auswachsen nahe, es unterblieb die Nutation überhaupt. Die durch Rotiren erzielte Krümmung wurde vermindert bei Durchbruch der Primordialblätter; vereinzelt war auch eine gänzliche Aufhebung der Nutation zu beobachten, sobald die Blätter aus dem Spalt de Cotylen heraustraten. Mit Rücksicht auf die Ober- oder Unterseite des ersten hervorbrechenden Blattes hat die convexe Seite des Cotylens keine constante Lage; dies beweist auch, dass die Krümmung nicht allein einer vermehrten Hyponastie oder Epinastie der Blätter zuzuschreiben ist, sondern zum Theile ihren Sitz hat in dem Cotylen. Übereinstimmendes Verhalten boten Keimlinge von *Holcus mollis*, *Aira flexuosa*, *Calamagrostis silvatica*, *Poa annua*. Auf die unregelmässigen Krümmungen von *Phalaris* hat bereits Darwin [1] aufmerksam gemacht. Lässt man solche Keimlinge rotiren, so bilden sie entweder einen Bogen oder sind S-förmig oder der Hypocotyle krümmt sich nach anderer Richtung als der Cotyle; auch Einrollungen finden statt.

Keimlinge von *Hordeum vulgare* zeigten nach 24^h am Rotationsapparat deutliche Nutation; häufig war die Spitze in den Boden gebohrt; bei grösseren, über 1 Ctm. langen Cotylen blieb die Erscheinung oft aus. Um den Antheil der Primordialblätter bei dieser Nutation festzustellen, wurden Keimlinge von 2·1 Ctm., 0·8 Ctm., 1·5 Ctm. ihres Cotylen durch einen Ringschnitt an der Basis beraubt und auf den Rotationsapparat gesetzt; wurden die zarten, nun blossgelegten Blättchen genügend feucht erhalten, so

[1] Darwin Ch. Das Bewegungsvermögen, pag. 51 a. O.

wuchsen sie ungestört weiter und krümmten sich entsprechend der Hyponastie des ältesten, äussersten, d. h. es war dasselbe auf seiner Unterseite convex.

Weit intensiver ist die Nutation bei Keimlingen von *Zea Mays*. Sämlinge bohren sich am Rotationsapparat nach 12^h in den Boden, nach längerer Zeit kann es zu einer spiraligen Krümmung kommen; auch hier zeigen die Primordialblätter Nutation nur in einem Sinne.

Da gerade die Keimlinge, welche das verhältnissig stärkste Dickenwachsthum zeigen, am schärfsten und unregelmässigsten nutiren, so darf als Ursache der Nutation die ungleiche Wachsthumsfähigkeit der Zellen im Cotylen angesehen werden; die Primordialblätter sind, so lange sie noch umhüllt werden, hyponastisch, können die spontane Nutation verstärken oder vermindern; sind sie aber nahe daran durchzubrechen, erscheinen sie kräftig epinastisch und hemmen die Nutation des Cotylen, dessen Wachsthumsfähigkeit dann selbst zu erlöschen beginnt.

Sachs, G. Haberlandt und Darwin[1] haben die Krümmung des Keimlinges von *Allium Cepa* beschrieben. Der Cotyledo desselben ist fast in der Mitte spitzwinkelig gekrümmt, am Scheitel des Winkels sitzt ein kleiner Höcker aus Parenchymzellen, de vielleicht beim Durchtritt des Scheidenblattes durch den Boden eine Rolle spielt. Beide Schenkel des Knies wachsen für sich; an dem Ende des dickeren brechen die Wurzeln hervor, das dünnere Ende des zweiten Schenkels ist in dem Endosperm schraubig gewunden, wird erst frei, wenn die Reservestoffe verbraucht sind. Während der absteigende dickere Schenkel lange fortfährt zu wachsen, stirbt der andere von der Spitze herab. Im Lichte ergrünt der Cotyle rasch und bildet das erste assimilirende Organ, durch einen Längsriss in ihm treten die Blätter heraus. Wird der Same nicht, wie im vorigen Falle, von Erde bedeckt, so bildet der Cotyledo ein Knie mit weit grösserem Winkel, der dünnere Schenkel ist horizontal oder steigt über diese Lage hinaus. Der übrige Theil des Samens fällt früher ab oder trocknet ein, ehe

---

[1] J. Sachs. Über die Keimung des Samens von *Allium Cepa*, Bot. Zeitg., 1863, pag. 57 ff. G. Haberlandt. L. c. pag. 77. Ch. Darwin. Das Bewegungsvermögen, pag. 48.

alle Reservestoffe aufgezehrt sind, solche Keimlinge sterben im Dunkeln bald ab; im Lichte übernimmt hingegen der Cotyle die Assimilation, die Keimlinge können sich fortentwickeln.

Nach Sachs erfährt der Cotyle bei seiner Streckung nach dem Austritte eine geotropische Abwärtskrümmung, wodurch die Wurzel in die vortheilhafte Lage gebracht wird. Ich liess Samen in zwei Töpfchen keimen, das eine verblieb in normaler Stellung; das andere wurde um 180° gedreht, so sah die Wurzel aufwärts, der Cotyle abwärts. Die Keimung verlief anfangs bei beiden gleich; nach längerer Dauer trat aus dem Boden des zweiten Töpfchens die Wurzel heraus und der knieförmige Cotyle krümmte sich leise in der Nähe des Scheitels geotropisch aufwärts. Wäre der junge Cotyle im Sinne Sachs' positiv geotropisch, so könnte bei dieser Versuchsart wie bei rotirenden Keimlingen keine Übereinstimmung im ersten Verlaufe der Nutation bestehen. Mir ist es daher wahrscheinlich, dass die Wurzel activ in den Boden dringt und das zwischen dem oberen Ende dieser und dem Samen heraustretende Stück des Cotylen eine spontane Krümmung besitzt, die in Folge der Befestigung der Endstücke bei weiterem Wachsthume immer schärfer wird und durch den sich vergrössernden Gewebehöcker an Beweglichkeit verliert. Im Wachsthume verhält sich jeder Schenkel wie ein Internodium. Der Hauptsache nach gleich verlief das Eindringen und die Nutation des Keimlings am Rotationsapparate.

Zusammenfassung der gewonnenen Resultate.

1. Die einfache Nutation des Hypocotyles bei *Helianthus*, *Cucurbita Phaseolus vulgaris* ist zum Theile eine spontane Erscheinung, zum Theil auf die Belastung durch die Cotylen zurückzuführen.

2. Die einfache Nutation des Epicotyles ist rein spontan und an eine gewisse Wachsthumsgrösse gebunden.

3. Die undulirende Nutation wird begünstigt durch Ausschliessen einseitiger Wirkung der Schwere und Abschluss des Lichtes, geht allmählig in die revolutive Nutation über.

4. Die unregelmässigen Nutationen von *Vicia sativa* und *Pisum sativum* sind an eine Hemmung des Längenwachsthums

und an eine relative Förderung des queren Wachsthums geknüpft.

5. Auch Monocotylen fehlt im Stadium der Keimung das Vermögen zu nutiren nicht.

Zum Schlusse der Arbeit erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Jul. Wiesner tiefgefühlten Dank auszusprechen für die zahlreichen Rathschläge bei der Ausführung der Versuche, die bereits im Sommer 1883 abgeschlossen wurden.

XIII. SITZUNG VOM 15. MAI 1884.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem Ableben des auswärtigen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe, Herrn Prof. Adolphe Wurtz, Senator und Akademiker in Paris.

Die Versammlung gibt ihrem Beileide durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Das k. und k. Ministerium des Äussern übermittelt ein Exemplar des im Consularwege für die Akademie eingelangten Werkes: „Annales du Musée d'histoire naturelle de Marseille. Zoologie, travaux du laboratoire de Zoologie marine“ (Tome I et II), publicirt auf Kosten der Stadt Marseille von dem Director dieses Museums, Herrn Prof. A. F. Marion.

Das k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht übermittelt ein von dem niederländischen Colonien-Minister für die Akademie bestimmtes Exemplar des von dem Bergbau-Ingenieur Herrn R. O. M. Verbeek in Buitenzorg (Java) verfassten Werkes: „Topographische en geologische Beschrijving van den gedeelte van Sumatra.“

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. Dr. A. Rollett übersendet eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Zur Kenntniss des Zuckungsverlaufes quergestreifter Muskeln.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zahlentheoretische Relationen“, von Herrn Prof. L. Gegenbauer an der Universität zu Innsbruck.
2. „Über eine Methode zur Bestimmung des elektrischen Leitungsvermögens von Flüssigkeiten“, von Herrn Dr. F. Koláček am Obergymnasium in Brünn.

3. „Bemerkungen über Herrn v. Ettingshausen's Aufsatz: Zur Tertiärflora Japans", von Herrn Dr. A. G. Nathorit in Stockholm.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Langer überreicht eine Mittheilung: „Über den Ursprung der inneren Jugular-Vene".

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung von Herrn Dr. Lersch aus Aachen: „Notizen über Kometen-Erscheinungen in den früheren Jahrhunderten".

Herr Dr. Eduard Freiherr v. Haerdtl in Wien überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Astronomische Beiträge zur assyrischen Chronologie".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 236. Tomo XX. Marzo 15. Habana, 1884; 8°.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires. Tome X. 2e fascicule. Année, 1881. Montpellier, 1882; 4°.

Accademia, reale dei Lincei: Atti. Anno CCLXXXI 1883—84. Serie terza. Transunti. Volume VIII. Fascicoli 4°—10°. Roma, 1884; 4°.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinisch-deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XX, Nr. 5—6. März 1884. Halle a. S., 1884; 4°.

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents, 1884. Mars. Paris; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. II. Reihe, 1. Theil. 1. Heft. Leipzig, 1884; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3e période. Tome XI. Nos. 3 & 4. Genève, Lausanne, Paris, 1884; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VIII. Nr. 34—37. Cöthen, 1884; 4°.

Commission météorologique de la Gironde: Observations pluviométriques et thermométriques de Juin 1882 à Mai 1883. Bordeaux, 1883; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tom. XCVIII. Nr. 17. Paris, 1884; 4°.

Gesellschaft, astronomische: Vierteljahrsschrift. 18. Jahrgang. 4. Heft. Leipzig, 1883; 8°.

— der Wissenschaften, königl. sächsische: Berichte über die Verhandlungen. Leipzig, 1883; 8°.

— — — Elektrische Untersuchungen. 17. Abhandlung: Über die bei einigen Gasentwicklungen auftretenden Elektricitäten, von W. G. Hankel. Leipzig, 1883; 8°.

Helsingfors, Universität: Akademische Schriften pro 1882 bis 1883. 23 Stücke; 4° und 8°.

Instituut, Koninklijk vor de Taal-Land-en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië: Bijdragen. Vierde Volgreeks, Zevende Deel. s'Gravenhage, 1883; 8°. — Achtste Deel. 1ste Stuk. s'Gravenhage, 1884; 8.

Johns Hopkins University: Studies from the biological laboratory. Vol. III. Nr. 1. Baltimore, 1884; 8°.

Journal für praktische Chemie. N. F. Band 29. 3., 4. und 5. Heft. Leipzig 1884; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. 30. Band, 1884. IV. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 28e anneé, 3e série, tome XIV. 509e livraison. Mai 1884. Paris; 4°.

Nature. Vol. XXX. Nr. 758. London, 1884; 8°.

Société Linnéenne de Bordeaux: Actes. Vol. XXXVI. 4e série, tome VI. Bordeaux, 1882; 8°.

— — de Lyon: Annales. Année 1882. Tome XXIX. Lyon, Paris; 8°.

— des sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. 2e série. Tome V. 3a cahier. Paris, Bordeaux, 1883; 8°.

— de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. Année 1882. Paris, Bordeaux, 1883; 8°.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 4e série, 36e année, 12e cahier. Paris, 1883; 8°. — 4e série, 37e année, 1e & 2e cahiers. Paris, 1884. — Annuaire de 1884. 37e année. Paris, 1884; 8°.

Society of Chemical Industry: The Journal. Vol. III. Nos. 1 & 4. London, 1884; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and monthly record. Vol. VI. Nr. 5. May, 1884.

Weyrauch, Jacob, J. Dr. Theorie elastischer Körper. Leipzig, 1884; 8°.

XIV. SITZUNG VOM 23. MAI 1884.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter macht der Akademie mit hohem Erlasse vom 15. Mai die Mittheilung, dass Seine kaiserliche Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog-Curator in der diesjährigen feierlichen Sitzung am 29. Mai erscheinen und dieselbe mit einer Ansprache zu eröffnen geruhen werde.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt 28 Blätter Fortsetzungen (26. Lief.) der neuen Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1:75000).

Das ausländische c. M. Herr Generallieutenant Dr. J. J. Baeyer, Präsident des königl. geodätischen Institutes in Berlin, übermittelt der Akademie eine Copie der von der königl. italienischen Gradmessungs-Commission in der VII. allgemeinen Conferenz der europäischen Gradmessung in Rom im Jahre 1883 ihm gestifteten goldenen Medaille.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über Gallmilben *(Photoptus* Duj.*)*“, von Herrn Dr. L. Karpelles in Wien.
2. „Über die regelmässigen Körper höherer Dimension“, von Herrn Dr. O. Biermann, Privatdocent an der deutschen Universität in Prag.
3. „Über ein Schliessungsproblem“, von Herrn E. Waelsch, stud. math. an der deutschen technischen Hochschule in Prag.
4. „Integration der linearen Differentialgleichungen höherer Ordnung“, von Herrn Dr. L. Grossmann in Wien.

Das w. M. Herr Regierungsrath Director Steindachner überreicht den dritten Theil einer für die Denkschriften bestimmten und in Gemeinschaft mit Herrn Dr. L. Döderlein verfassten ichthyologischen Abhandlung unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntniss der Fische Japans“ (III).

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht aus seinem Laboratorium eine vorläufige Mittheilung: „Über Isobutylnaphtalin“, von Herrn Dr. Rudolf Wegscheider.

Herr Prof. v. Barth überreicht ferner eine Abhandlung des Herrn Eduard Spiegler in Zürich: „Über einige hochmolekulare Acetoxime der Fettreihe“.

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung von Herrn Dr. A. Seydler, Professor an der böhmischen Universität in Prag: „Über einige neue Formen der Integrale des Zwei- und Drei-Körperproblemes.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annales des Mines. 8e série. Tome IV. 4e et 5e livraisons. Paris, 1883; 8°.

Bureau des Longitudes: Connaissance de Temps pour l'an 1875. Paris, 1883; 8°.

— — Annuaire pour l'an 1884. Paris; 12°.

— — Méthode nouvelle pour la détermination des ascensions droites et déclinaisons absolues des étoiles, par M. Loewy. Paris, 1883; 4°. — Éphémérides des Étoiles de culmination lunaire et de longitude pour 1884, par M. M. Loewy. Paris, 1883; 4°.

— — Rapport sur les Observatoires de Province. VIII. Paris, 1883; 8°.

— k. statistisch-topographisches: Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Jahrgang 1883, I. Band, 1. Hälfte. Stuttgart 1883; 8°. — I. Band, 2. Hälfte. Stuttgart, 1884; 8°. — II. Band, 1. Hälfte. Stuttgart, 1883; 8°. — II. Band, 2. Hälfte. Stuttgart, 1884; 8°. — Supplementband. Stuttgart, 1884; 8°.

Central-Anstalt, k. k. für Meteorologie und Erdmagnetismus: Jahrbücher. Jahrgang 1881 und 1882. N. F. XVIII. und XIX. Band, 1. Theil. Wien, 1884; gr. 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCVIII. Nro. 18. Paris, 1884; 4°.

Fondazione scientifica cagnola: Atti. Volume VIIe. Milano, 1882; 8°.

Geological and natural history survey of Canada: Report of Progress for 1880—81—82. Montreal, 1883; 8°.

Gesellschaft, deutsche, chemische: Berichte. XVII. Jahrgang Nr. 7. Berlin, 1884; 8°.

— naturforschende, in Basel: Verhandlungen. VII. Theil, 2. Heft. Basel, 1884; 8°.

— — Die Basler Mathematiker Daniel Bernoulli und Leonhard Euler hundert Jahre nach ihrem Tode. Basel, 1884; 8°.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXVII, Nr. 3 und 4. Wien, 1884; 8°.

— österreichische, für Meteorologie; Zeitschrift. XIX. Band, Mai-Heft 1884. Wien; 8°.

— k. k. zoologisch-botanische, in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1883. XXXIII. Band. Wien, 1884; 8°. — Brasilische Säugethiere. Resultate von Johann Natterer's Reisen in den Jahren 1817 bis 1835; dargestellt von August von Pelzeln. Wien, 1883; 8°.

Istituto Reale Lombardo di scienze e lettere: Rendiconti. Serie II. Volume XV. Milano, Napoli, Pisa, 1882; 8°.

— — Vol. XV.—VI. della serie III. Fascicolo I. Milano, Pisa, Napoli, 1883; 4°.

Journal, the American of science. Vol. XXVII. Nos. 160 and 161. New Haven, 1884; 8°.

Marburg, Universität: Akademische Schriften pro 1882—83. 44 Stück; 4° und 8°.

Moore, F. F. Z. S: The Lepidoptera of Ceylon. Part. VIII. London, 1883; 4°.

Museumsverein für das Fürstenthum Lüneburg: V und VI. Jahresbericht 1882—83, Lüneburg, 1884; 8°.

Nature. XXX. Band Nr. 759. London, 1884; 8°.

Observatory, the: A monthly review of Astronomy. Nrs. 84 und 85. London, 1884; 8°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXVIII, 2e série, 1881. Nr. 6. Paris; 8°. — Tome XXIX 1882. Paris; 8°. Tome XXX, Comptes rendus des séances. Nrs. 1—4, Paris; 8°. — Revue bibliographique. A, B, C et D. Paris, 1883; 8°.

— des sciences de Nancy: Bulletin. Série II. Tome VI. Fascicule XIV. 15e année 1882. Paris, 1883; 8°. Série II. Tome VI. Fascicule XV. 16e année, 1883. Paris, 1883; 8°.

— Ouralienne d'amateurs des sciences naturelles. Tome VII. Livr. 3. Jekaterinenburg, 1883; 4°.

Society, the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLIV, Nos. 5 and 6. London, 1884; 8°.

— the Birmingham philosophical: Proceedings. Vol. III, parts 1 and 2. Birmingham, session 1881—82 and 1882—83; 8°.

— the royal physical: Proceedings. Session 1882—83. Edinburgh, 1883; 8°.

Verein, militärwissenschaftlicher, in Wien: Organ. XXVIII. Bd., 3. Heft. 1884. Wien; 8°.

— naturwissenschaftlicher, der Rheinpfalz, Pollichia; XL — XLII. Jahresbericht. Dürkheim a. d. Hart, 1884; 8°.

— naturwissenschaftlicher, für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für Naturwissenschaften. 4. Folge. III. Band. 1. Heft. Halle a. S., 1884; 8°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. IV. Jahrgang 1884. 5. Heft: Mai. Berlin, 1884, 8°.

Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais. Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe erscheinen daher vom Jahre 1872 (Band LXV) an in folgenden **drei** gesonderten **Abtheilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

I. Abtheilung: Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

II. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

III. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichniss ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden vom Jahre 1880 an noch in besonderen Heften unter dem Titel: „Monatshefte für Chemie und verwandte Theile anderer Wissenschaften" herausgegeben. Der Pränumerationspreis für einen Jahrgang dieser Monatshefte beträgt 5 fl. oder 10 Mark.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Auszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01303 7551